Universidade de Aveiro
2006

Departamento de Ambiente e Ordenamento

Alexandra Cristina Sacadura Martins Ferreira Henriques

Contributo para o Tratamento de Efluentes Líquidos em Matadouros

Universidade de Aveiro
2006

Departamento de Ambiente e Ordenamento

Alexandra Cristina Sacadura Martins Ferreira Henriques

Contributo para o Tratamento de Efluentes Líquidos em Matadouros

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre com o Mestrado em Gestão Ambiental, Materiais e Valorização de Resíduos, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja, Professor Associado da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha família!

o júri

Presidente: Doutora **Maria Isabel Aparício Paulo Fernandes Capela**,
Professora Associada da Universidade de Aveiro.

Vogais: Doutor **Manuel Afonso Magalhães da Fonseca Almeida**,
Professor Associado com Agregação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Doutor **Luís Manuel Guerreiro Alves Arroja**,
Professor Associado da Universidade de Aveiro (**Orientador**).

agradecimentos

A realização deste trabalho não seria possível sem a colaboração e o auxílio de muitas pessoas e entidades oficiais intervenientes. Por este motivo dedico especial reconhecimento ao meu orientador Professor Doutor Luís Arroja, Professor Associado da Universidade de Aveiro (Departamento de Ambiente e Ordenamento), pela sua orientação incansável e pela disponibilidade demonstrada.

Também agradeço às seguintes entidades oficiais que possibilitaram a concretização desta dissertação:

- À Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral (D.R.A.B.L.), pela disponibilidade prestada e pelo fornecimento de toda a informação necessária,

- À Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (C.C.D.R.C.), pela atenção dispensada durante a pesquisa e recolha de informação e pelo carinho com que fui acolhida.

À minha querida mãe e irmãs e, sem esquecer, o meu falecido pai que estará sempre presente na minha vida.

A todos os meus Amigos, o meu obrigada!

palavras-chave

Estações de Tratamento de Efluentes Líquidos Industriais, Lagunagem, Lamas Activadas, Matadouros, Águas Residuais Industriais.

resumo

A presente dissertação tem como intuito fornecer a profissionais, estudantes e ao público em geral uma contribuição válida para os critérios de dimensionamento das estações de tratamento das águas residuais, quer por lagunagem quer por lamas activadas, ao nível dos matadouros de aves, reses, suínos, ovinos/caprinos e coelhos, localizados na região centro litoral de Portugal.

O objectivo será produzir um documento que permita a uma qualquer entidade privada e/ou pública requerer a utilização do domínio público hídrico, nomeadamente a rejeição dos efluentes líquidos provenientes dos matadouros, tendo em conta as normas de descarga em meio receptor hídrico, no que diz respeito às cargas de CQO, CBO_5, SST, óleos e gorduras.

A recolha de informação teve lugar ao nível da Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral (D.R.A.B.L.) e da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (C.C.D.R.C.) de Portugal.

keywords

Wastewater Treatment plants, Pond Treatment Process, Activated-Sludge Process, Slaughterhouses, Industrial Wastewater.

abstract

This thesis aims to investigate and discuss the most significant criteria of measurement of Industrial wastewater treatment plants, for Pond Treatment Process and Activated-Sludge Process, related to poultry, pigs, adult cattle/calves, sheep-like, goat-like and rabbits slaughterhouses, placed in the centre coastland region of Portugal.

The aim of this document is to provide private or public entities useful information about the rejection of liquid effluents proceeding from slaughterhouses, namely it intends to provide important contributions which will allow slaughterhouses to respect the community and national hydric laws, against illegal discharges.

The gathering of information and research of this work had the precious contribution of the National Commission of Coordination and Regional Development of the Centre and Regional Bureau of Agriculture.

ÍNDICE GERAL

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

CAPÍTULO 2 - BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS CENTROS DE ABATE DE ANIMAIS

CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS CENTROS DE ABATE DE ANIMAIS

CAPÍTULO 6 - ANÁLISE COMPARATIVA DOS ÓRGÃOS DE UMA ETAR POR SISTEMA DE TRATAMENTO

CAPÍTULO 7 - PROPOSTA FINAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE QUADROS

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

«Em Portugal e no resto do mundo, a água vai ser o problema de primeira linha dentro de poucos anos».
«O estado do Ambiente ... depende sobretudo de nós mesmos» (Joanaz de Melo, 2000).

O novo milénio marcou a viragem da situação portuguesa no que diz respeito ao tratamento das águas residuais industriais, através da celebração de acordos de colaboração de entidades estatais com o sector industrial. Esses acordos, relativos ao tratamento de águas residuais provenientes do sector produtivo, estão abrangidos pela estratégia delineada pelo Ministério do Ambiente, a qual «assentava em dois tipos de medidas: a reabilitação das ETAR's já construídas, mas a operar em condições deficientes e a construção de novos sistemas de tratamento» (anuário 2000 ambiente). Tendo em conta todo o universo dos efluentes líquidos industriais e os seus respectivos tratamentos, a presente dissertação tem como intuito fornecer uma contribuição válida para os critérios de dimensionamento das estações de tratamento das águas residuais, ao nível dos matadouros de aves, reses, suínos, ovinos/caprinos e coelhos, localizados na região centro litoral de Portugal.

Este trabalho está estruturado do seguinte modo:

- O CAPÍTULO 1 focaliza numa introdução geral;
- O CAPÍTULO 2 apresenta uma breve descrição do panorama europeu, no tocante ao sector de centros de abate de animais;
- O CAPÍTULO 3 descreve os circuitos tecnológicos dos centros de abate de grandes animais e de aves, tendo como principal documento de referência o "*Final Draft Reference Document on Best Available Techniques on Slaughterhouses and Animal By-products Industries*", aprovado em 2003 pela Comissão Europeia; este documento descreve as melhores tecnologias e processos disponíveis no mercado, tendo em consideração a minimização dos impactos ambientais;
- O CAPÍTULO 4 faz uma abordagem da problemática das águas residuais provenientes dos matadouros de aves, reses, suínos, ovinos/caprinos e coelhos, tomando como

ponto de referência o documento acima referenciado, e avaliando os dados existentes nos processos de licenciamento (Ministério da Agricultura e Pescas – Delegação das Beiras e na Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro) para os matadouros existentes na região centro litoral de Portugal;

- O CAPÍTULO 5 pretende caracterizar os sistemas de tratamento das águas residuais, mais utilizados no sector de abate de animais existentes no centro litoral do país;
- O CAPÍTULO 6 apresenta uma análise comparativa dos critérios de dimensionamento e principais características dos órgãos constituintes de uma estação de tratamento de águas residuais (E.T.A.R.), tendo em conta o sistema de tratamento em execução e considerando os dados disponíveis em projectos aprovados na região centro litoral;
- No CAPÍTULO 7 é realizada uma proposta sobre o sistema de tratamento de águas residuais mais adequado a aplicar a cada tipo de matadouro, consoante a espécie animal abatida, e configura as conclusões deste trabalho.

O propósito geral desta dissertação é produzir um documento facilitador que permita a uma entidade instituir o processo de requerimento da utilização do domínio público hídrico, em particular a rejeição de efluentes líquidos, estando sujeita ao pagamento de taxas de utilização. Qualquer que seja a descarga de águas residuais, mesmo que a entidade esteja licenciada para laboração está condicionada ao cumprimento das normas de descarga, normas estas fixadas pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (C.C.D.R.) territorialmente competente, e constantes do Alvará de Utilização do Domínio Público Hídrico.

A recolha de informação para a realização deste trabalho, no âmbito da utilização do domínio hídrico por parte das unidades industriais de abate de animais, teve lugar ao nível da:

- *DIRECÇÃO REGIONAL DE AGRICULTURA DA BEIRA LITORAL* (*D.R.A.B.L.*) - entidade que coordena o processo de Licenciamento da Actividade Industrial dos centros de abate de aves, reses, suínos, ovinos/ caprinos e coelhos, cuja apresentação do pedido de licenciamento de novas instalações ou de alteração da capacidade produtiva dos

estabelecimentos industriais já existentes está abrangido pelo disposto no artigo 5º e 6º do Decreto Regulamentar n.º8/2003, de 10 de Abril;

- *COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DO CENTRO* (*C.C.D.R.C.*) - entidade que procede à emissão dum número de alvará de Utilização do Domínio Público Hídrico para o sistema de tratamento de efluentes industriais com descarga para uma linha de água, de acordo com o Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro, o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto e mais legislação em vigor. Consequentemente, ao titular da referida licença será imputado um conjunto de condições nomeadamente:

    - O tratamento das águas residuais em estação de tratamento de águas residuais (E.T.A.R.) deverá ser executado de acordo com o projecto apresentado nos serviços da C.C.D.R.C.;
    - A rejeição das águas residuais no meio receptor não deverá provocar alteração da qualidade da água de modo a não prejudicar a sua utilização a jusante, pelo que o titular fica condicionado ao cumprimento dos valores limite de emissão fixados na licença;
    - O titular da licença fica sujeito à polícia e fiscalização de todas as autoridades com jurisdição sendo obrigatório permitir a livre circulação dos agentes dessas autoridades de modo a exercerem as suas funções com eficiência;
    - O titular da licença deverá respeitar todas as leis e regulamentos aplicáveis;
    - Para a verificação periódica das condições de descarga das águas residuais o titular da licença obriga-se a instalar um sistema de auto-controlo nos termos definidos nas condições especiais da licença, conforme disposto no D.L. n.º236/98, de 1 de Agosto e no D.L. n.º 46/94, de 22 de Fevereiro;
    - A eventual descarga de efluentes industriais líquidos resultantes da laboração de centros de abate deverá estar de acordo com os parâmetros constantes do D.L. n.º 236/98, de 1 de Agosto e na Port.ª n.º 809/90, de 10 de Setembro;
    - Qualquer anomalia ou acidente processual com influência nas condições de descarga de águas residuais deve ser atempadamente comunicado à

C.C.D.R.C., num período de 48 horas a seguir à ocorrência, sob pena de caducidade da licença;

- As despesas com vistorias extraordinárias que resultem de reclamações justificadas, serão suportadas pelo titular da licença;
- Segundo as condições mencionadas no articulado do D.L. n.º 46/94, de 22 de Fevereiro, as cláusulas da licença poderão ser revistas se durante o prazo de vigência da mesma ocorrerem alterações que o justifiquem;
- O titular do alvará de licença ficará responsável pelos prejuízos perpetrados a terceiros, imputáveis a efeitos resultantes da rejeição dos efluentes (líquidos e lamas) da indústria;
- O titular da licença assume a responsabilidade pela eficiência dos processos de tratamento e ou dos procedimentos que emprega para minimizar os efeitos que advêm da rejeição de águas residuais;
- Todos os pleitos que surjam a respeito da licença serão resolvidos judicialmente;
- A licença só terá validade após a obtenção da aprovação do projecto das instalações industriais e autorização de laboração, emitida pela entidade licenciadora da actividade.

Relativamente às condições de descarga do efluente industrial no meio hídrico, o titular do alvará de licença deverá ter conhecimento dos limites dos valores de determinados parâmetros a serem lançados em cursos de água, os quais se encontram condicionados ao tipo de centro de abate, seja ele de aves, suínos ou de reses. Assim, os valores gerais para os valores limite de emissão para diferentes parâmetros de qualidade relativos à descarga de efluentes líquidos em meio receptor hídrico, vulgarmente conhecidos como normas de descarga, para matadouros e estabelecimentos de processamento de carne, são apresentados respectivamente nas Tabelas 1 e 2, sendo expressos em cargas de CBO_5, SST, gorduras, CQO e pH. De referir que para matadouros com uma produção diária não superior a 10 toneladas de carcaças abatidas, a carga máxima de gorduras poderá atingir o dobro do valor mencionado na Tabela 1.

PARÂMETROS	**CENTROS DE ABATE**	
	Aves/Coelhos	**Reses/Suínos**
PH	6,0-9,0	6,5-8,5
SST *(gr/kg carcaça)*	<1,0	<1,5
Óleos e Gorduras *(gr/kg carcaça)*	0,2	<0,2
CBO_5 *(gr/kg carcaça)*	1,0	<1,5
CQO *(mg/l)*	<150	-

TABELA 1: Valores máximos a admitir (V.M.A.) para efluentes provenientes dos matadouros a descarregar em linhas de água, de acordo com a Port.ª n.º 809/90, de 10 de Setembro.

PARÂMETROS	**ESTABELECIMENTOS DE PROCESSAMENTO DE CARNE**	
	Aves	**Reses/Suínos**
SST *(gr/kg carcaça)*	0,10	0,15
Óleos e Gorduras *(gr/kg carcaça)*	0,1	0,1
CBO_5 *(gr/kg carcaça)*	0,10	0,15

TABELA 2: Valores máximos a admitir (V.M.A.) para efluentes provenientes de estabelecimentos de processamento de carnes a descarregar em linhas de água, de acordo com a Port.ª n.º 809/90, de 10 de Setembro.

CAPÍTULO 2

BREVE CARACTERIZAÇÃO DOS CENTROS DE ABATE DE ANIMAIS

2.1 INTRODUÇÃO

A indústria de abate de bovinos, novilhos, caprinos, ovinos, suínos e aves, distribuída ao longo dos países da Comunidade Europeia, apresenta características muito própria, reflectindo as particularidades e especificidades de cada um dos países comunitários. No entanto, prospectivando o futuro estaremos perante um cenário de um número cada vez menor de centros de abate que tenderão a apresentar um crescimento da capacidade de abate e de produtividade, como resposta às alterações legislativas europeias. Assim, a nível comunitário, todos os Estados Membros deverão aceder a padrões higiénicos e estruturais comuns, acreditando ser esta a primordial razão que conduzirá ao reforço da consolidação do processo de abate, dentro de um reduzido número de estabelecimentos com elevadas áreas fabris (European Commission Directorate-General (JRC), 2003).

A Tabela 3 evidencia o número de animais abatidos segundo as principais espécies (bovina, suína e ovina/caprina) para os quinze países constituintes da Comunidade Económica Europeia (CEE), em 1998.

Para estabelecer comparações fidedignas entre os vários países, a Comissão dos Animais Domésticos e dos Alimentos "*Meat and Livestock Commission*" formulou o cálculo de abate total baseado no princípio fundamental de unidade de gado GB[1]. Segundo este princípio, uma unidade de gado GB equivale a um bovino, a três novilhos, a cinco ovinos ou a dois suínos. Contudo, esta definição difere daquela que fora sugerida pelo Conselho Directivo 91/ 497/ EEC, a qual estabelece como unidade gado o animal doméstico. Assim,

[1] Great Britain (European IPPC Bureau, 2003)

os bovinos e solípedes (animais cujos pés tem um só casco) equivalem a 1,0 unidade de animal doméstico, os suínos a 0,33 unidades e os ovinos e caprinos a 0,15 unidades.

	Gado Bovino adulto	***Novilhos***	***Gado Ovino*** [(1)]	***Suínos***	***Total expresso em unidades de gado GB***	***% de variação 1998/87*** [(2)]
	$x10^3$	$x10^3$	$x10^3$	$x10^3$	$x10^3$	
Bélgica	612	311	203	11531	6523	+22
Luxemburgo	21	3	-	129	87	-5
Dinamarca	615	50	66	20960	11125	+24
Alemanha	4126	485	2151	41352	25394	-
Grécia	225	82	11993	2241	3772	-4
Espanha	2331	133	21963	33428	23482	+64
França	3858	1984	8639	26567	19531	+9
Irlanda	1899	7	4067	3339	4384	+40
Itália	3317	1099	7806	12571	11530	+3
Holanda	1039	1373	650	19277	11266	+1
Áustria	550	135	366	5359	3348	sc
Portugal	264	118	1271	4954	3034	+52
Finlândia	372	14	61	2195	1487	sc
Suécia	480	46	159	3962	2508	sc
Grã-Bretanha	2297	32	18698	16286	14191	-6
EU-15	**22005**	**5872**	**78092**	**204151**	**141656**	**+12**

(1) Inclui caprinos
(2) Comparação efectuada tendo por base as unidades de gado GB (gado bovino ou 3 novilhos ou 5 ovelhas ou 2 suínos)
sc Sem comparação

TABELA 3: Número de animais abatidos segundo as várias espécies para os quinze países da Comunidade Económica Europeia (CEE), em 1998 (adaptado do "Final Draft Reference Document on Best Available Techniques on Slaughterhouses and Animal By-products Industries").

Da análise da Tabela 3, verifica-se que a Alemanha lidera a quota de abate de animais de toda a UE[2] com cerca de 18% do total, seguida da Espanha com 17% e da França com 14%. Decorridos onze anos desde 1987 até 1998 assistiu-se a um crescimento aproximado de 12% do número de animais abatidos, tendo havido uma progressão do abate de suínos e de ovinos, embora estes últimos em menor escala, e um declínio do abate de gado bovino e novilhos.

[2] União Europeia

Em 1985, a integração de Portugal e Espanha na Comunidade Económica Europeia contribuiu para esse crescimento, em resultado da extraordinária expansão da indústria de animais domésticos. Se por um lado, a Espanha conseguiu resultados positivos em todos os sectores industriais, por outro lado Portugal obteve-os apenas no sector de abate de suínos, em oposição ao de gado bovino.

Neste âmbito, a Alemanha atingiu o maior número de abate de animais em toda a UE, sendo que entre 1987 e 1998 este número não sofreu oscilações significativas. Por sua vez, a Holanda seguiu a mesma tendência, evidenciando variações pouco representativas. Todavia, o número de abate de suínos sofreu uma redução devido à introdução de medidas ambientais associada com os problemas despontados pela peste suína clássica. Na Grã-Bretanha, a queda do número de cabeças de gado abatidas foi resultado do aparecimento da BSE[3].

Em 1999, os maiores grupos de centros de abate de gado bovino de toda a UE compreendiam quatro empresas em França e na Alemanha, as quais, em conjunto, representavam cerca de 11% do abate total. Em particular, o abate de suínos teve tendência para se concentrar ainda mais em grandes centros de abate, sendo controlado por dois grandes grupos dinamarqueses, representando cerca de 8% do total da UE após a sua fusão. Por sua vez, a França é o país mais representativo do sector industrial de abate de aves, contando com cerca de 14% do mercado da UE.

Alguns centros de abate possuem, nas próprias instalações, infra-estruturas para o processamento de subprodutos de origem animal. Com a aplicação do Regulamento 1774/2002/EC, que estabelece as regras para a prevenção da contaminação cruzada, cumprem-se alguns requisitos fundamentais de segregação e de práticas higiénicas com a implementação de um autocontrolo.

Para uma melhor compreensão do modo de funcionamento da indústria de abate e processamento de carne nos diferentes países da UE e a sua comparação com a estrutura

[3] Encefolopatia Espongiforme Bovina

existente em Portugal, faz-se seguidamente uma breve descrição da estrutura existente em cada um deles.

2.1.1 Alemanha

A Alemanha contribui com o maior número de centros de abate de bovinos ou de suínos, em toda a UE. Em 1987 foi estimado haver próximo de 350 centros de abate de animais na Alemanha Ocidental enquanto em 1995, esse número diminuiu para 268 centros de abate de animais aprovados segundo as regras definidas pela UE.

A posição de liderança que a Alemanha ocupa dentro da UE espelha a realidade de funcionamento das empresas que estão envolvidas neste tipo de mercado. Assim, três empresas, de 228 empresas que se dedicam ao abate de gado bovino, encontram-se classificadas ao mais alto nível de qualidade, atingindo a terceira, quarta e décima posição do abate de gado bovino na UE.

2.1.2 Austria

O maior grupo austríaco envolvido no abate de animais é responsável pelo abate anual de cerca de 500000 suínos e 85000 cabeças de gado bovino. Por outro lado, 20% dos produtos cárneos austríacos são processados por apenas três empresas. Relativamente aos centros de abate cerca de cento e trinta dos quatro mil e novecentos matadouros de suínos, bovinos e pequenos ruminantes encontram-se sob aprovação da UE. Todos aqueles que não laboram, segundo as normas fixas pela UE, operam com um efectivo até vinte unidades GB por semana.

2.1.3 Bélgica

A indústria belga concentra-se ao nível do abate de suínos, tendo registado a sua maior expansão no período de 1987 a 1998. Contudo, esta indústria encontra-se bastante fragmentada e sendo pouco rentável.

Entre os centros de abate de animais existentes na Bélgica e acreditados pela UE, vinte e um estão destinados exclusivamente à matança de suínos, dois à de bovinos e/ou novilhos

e quarenta e dois à de aves. Para além disso, existem ainda quarenta e um centros de abate, igualmente acreditados pela UE, mas orientados para o abate de suínos e outros animais.

Nos últimos anos, verificou-se uma descida pronunciada na procura de carne de vaca e de porco para consumo interno, contraposta com as crescentes exportações, em especial para países pertencentes à UE.

2.1.4 Dinamarca

Na Dinamarca, grande parte dos centros de abate de suínos e de bovinos representam cooperativas privadas, com predominância crescente das unidades de abate de suínos. Este paradigma industrial reveste-se de extrema consolidação, devido ao controlo do monopólio deste mercado estabelecido por certas empresas durante os anos oitenta. Assim, na Dinamarca, a maior empresa direccionada para o abate de animais, absorve doze unidades de abate representando cerca de 50% do total do abate. Esta empresa, no sector do gado bovino opera ao nível de cinco centros de abate sendo responsável por mais de 60% do gado bovino dinamarquês. De igual modo, esta tendência de concentração também existe no sector das aves, onde os centros de abate de aves são privados e cada uma das duas empresas que lidera este mercado abate à volta de 40% do total nacional dinamarquês.

2.1.5 Espanha

Decorridos dez anos após a adesão da Espanha à UE, assistiu-se a um grande crescimento do número de abate de gado bovino, ovino e suíno.

Em Espanha, a produção de gado representa cerca de 35% da produção final agrária. Esta percentagem que cresceu significativamente ao longo dos anos sessenta manteve-se praticamente inalterada nos primeiros anos setenta.

Em Espanha, o desenvolvimento da produção de gado teve associado, no passado, à dualidade imposta pelas condições climatéricas e pela evolução da procura. Com efeito, a pluviosidade (escassa e com um evidente carácter sazonal) restringiu a qualidade e a quantidade das pastagens, constituindo um meio natural para a expansão das espécies ruminantes, nomeadamente a bovina. Tendo em conta a pressão da procura, devido ao

aumento do nível de vida, verificou-se um notável desenvolvimento na produção suína e na avicultura.

A evolução dos efectivos de gado por espécie desde o início dos anos setenta, incorporou um determinado carácter dual através do qual surgiram algumas tendências. Deste modo, no que diz respeito à produção de gado bovino houve uma reestruturação interna, com uma diminuição da produção de gado bovino com aptidão leiteira em oposição ao incremento da produção de gado bovino de carne. Ao nível da produção de gado ovino, suíno e da avicultura verificaram-se fortes progressos, de modo que os sectores da produção suína e avícola encontram-se, ao nível técnico, em pé de igualdade com os países mais desenvolvidos, neste âmbito. A Espanha representa somente 9,5% da produção de gado da UE-15.

Segundo os resultados obtidos, através de uma sondagem realizada tendo como ferramenta a metodologia eurostat verificou-se que, desde 1970 a 2001, a Espanha aumentou a sua produção de carne bovina de cerca de 308 para 651 mil toneladas, de carne de ovinos de 127 para 235 mil toneladas, de carne de caprinos de 13 para 15 mil toneladas, de carne de suínos de 492 para 2989 mil toneladas e de carne de aves de 499 para 1307 mil toneladas.

Apesar da pequena representação no seio da produção de gado da UE, a Espanha ocupa o 2º lugar na produção suína (depois da Alemanha) de ovinos (depois do Reino Unido) e de caprinos (depois da Grécia).

2.1.6 Finlândia

Na Finlândia, a maioria dos grandes matadouros são privados, embora cerca de 77% do abate de suínos e 65% do abate de gado bovino sejam geridos sob as normas do cooperativismo. No que concerne ao abate de ovinos há limitações de produção, para além do abate se realizar na linha de abate do gado bovino.

Na Finlândia existem cerca de dez unidades de abate com capacidade produtiva de carcaças superior a cinquenta toneladas/dia. Estes matadouros no seu conjunto, abatem cerca de 83% do total de abate, em toda a Finlândia. Constata-se que, tanto os processos de

abate como o tipo de animais a abater variam muito, sendo os suínos, o gado bovino, as galinhas e os perus aqueles que predominam.

2.1.7 França

Entre 1987 e 1997, o abate de bovinos, novilhos e ovinos diminuiu, em oposição ao despontar do número de abate de suínos. Consequentemente, o número de matadouros em funcionamento decresceu de 602, em 1986, para 344 em 1997, embora se registasse um crescimento da produtividade média.

Uma das principais características da indústria francesa reside na contínua importância da existência de matadouros estatais, não obstante o seu declínio quer em termos de número de estabelecimentos quer em produtividade média. Apesar disso, o sector público regista mais de metade do número total de matadouros, de tal modo que, em 1997, e em toda a França contabilizaram-se 187 matadouros estatais e 157 privados. Contudo, os matadouros estatais concentram-se em grupos de menor dimensão enquanto que, no sector privado prevalecem os grupos de maiores dimensões.

Actualmente, o abate de gado bovino é da responsabilidade de dois dos maiores grupos da UE, os quais controlam cerca de metade do abate francês.

2.1.8 Grã-Bretanha

Entre 1987 e 1999, a Grã-Bretanha sofreu um decréscimo no número de matadouros passando de 919 para 416. Pela mesma altura a partilha do mercado entre matadouros, abatendo mais de 50000 unidades de gado GB anuais, aumentou de 59% para 78% e, naqueles em o que o abate excedia 100000 unidades, cresceu de 30% para 56%. De facto, a concentração do processo de abate tem dominado o mercado, em especial no sector dos suínos, e em menor extensão nos sectores do abate de ovinos e bovinos.

No fim da década de 70 e início da de 80, os fundos comunitários europeus injectados nos matadouros considerados de “carne vermelha”, contribuíram para o excesso de capacidade. Assim, as reduzidas margens de lucro levaram a vendas dispendiosas, resultando em baixos custos para os investidores, alguns dos quais envolvendo investimentos irlandeses.

Por outro lado, a capacidade produtiva foi de alguma forma, limitada como consequência da imposição de novos requisitos térmicos para a carne fresca. Igualmente, a exigência de espaços de refrigeração adequados e o aumento da inspecção regulamentar, tem conduzido ao abrandamento da cadência de abate.

De um modo consistente, uma mistura heterogénea de matadouros de média dimensão têm vindo a ser absorvidos por grupos que controlam os centros de grande dimensão, os quais acabam por liderar o mercado das grandes superfícies. Por outro lado, e devido à forte pressão concorrencial deste sector, algumas das empresas de referência, têm levado a cabo projectos de investimento no abate integrado, com inclusão do corte e desossa.

2.1.9 Holanda

Em 1987, a Holanda possuía o terceiro maior contingente de abate de suínos de toda a UE, precedida pela Alemanha e França. No início dos anos 90 foram introduzidas algumas medidas de coacção para a redução do número de suínos em exploração, tendo em conta a problemática ambiental. O aparecimento, em 1997, da peste suína dizimou milhões de animais. Desta conjugação, o número de abate de suínos decresceu significativamente, levando a uma redução da quantidade de empresas ligadas ao sector. Assim, desde 1987 com 55 matadouros abatendo mais de 25000 suínos, até 1997, houve uma redução substancial para cerca de 27 centros de abate. Doravante, a situação é de diminuição devido à concentração do abate em menos e maiores empresas.

Paralelamente, e por volta de 1995, os problemas de excesso de produção de carne de bovino e de suíno levaram a um maior empenho, em nome da indústria, para uma racionalização dos recursos reduzindo na capacidade de produção das empresas, de tal modo que, dois anos mais tarde, foi estimado que 15% da capacidade produtiva proveniente da indústria de abate/processamento holandesa fora extinta. Por outro lado houve a fusão de duas cooperativas relacionadas com a indústria de carnes com a formação de uma nova companhia de agricultores, a qual reunia harmoniosamente o abate, o comércio e o negócio do processamento de carne. A produção desta nova empresa/associação é equivalente a 40% do abate de suínos em toda a Holanda e é responsável por apenas 35000 toneladas de gado bovino.

Vaticina-se no futuro uma quebra na produção suína, de aves e bovina devido a um programa do Ministério da Agricultura holandês de forma a solucionar a poluição pelo fósforo e nitratos proveniente da indústria agrícola e a preservar a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.

2.1.10 Irlanda

Na Irlanda, entre 1987 e 1997, houve uma explosão numérica do abate de todas as espécies de animais, levada a cabo por um número reduzido de empresas, algumas das quais apresentam relações empresariais com a Inglaterra. Assim, o maior investidor representa cerca de 22% do total de abate de gado bovino irlandês, para além de uma parte substancial do mercado inglês. Desta forma, verifica-se que existe um número bastante diminuto de fortes empresas envolvidas no abate de gado bovino, que laboram acima das suas capacidades. Este facto é o reflexo do declínio do número de gado bovino e do gradual afastamento de intervenção no mercado principal. Por outro lado, apenas uma empresa é que demonstra real interesse na indústria irlandesa de suínos, abarcando cerca de 42% do abate.

2.1.11 Itália

Nos últimos vinte anos, a Itália foi palco de uma profunda crise nos matadouros de animais das denominadas “carnes vermelhas”. A indústria que se dedica ao abate de animais encontra-se altamente fragmentada. A indústria de abate de suínos confina-se apenas a 16% da totalidade do abate nacional, com abates não superiores a 500000 suínos/ano. Por sua vez, o abate de gado bovino encontra-se entregue a cinco grupos, os quais congregam cerca de 39% do total nacional.

Todos os matadouros de suínos que se encontram acima do limiar da prevenção e controlo integrados da poluição (PCIP) dedicam-se à matança de suínos para produção dos típicos produtos italianos, como o presunto e o salame. Em Itália, é prática usual que o processo de abate de suínos apenas seja realizado com animais cujo peso vivo médio seja superior a 160 kg e com um peso mínimo de carcaça de cerca de 130 kg. Efectivamente, a grande diferença entre os matadouros italianos e os restantes reside nas porções de carcaças que são cortadas, com um peso máximo de 15 kg antes da refrigeração e congelação.

2.1.12 Noruega

A Noruega caracteriza-se por possuir baixa densidade de animais a abater, sendo os matadouros existentes de pequenas dimensões quando comparados com os de outros países já referenciados. Desta forma, o mercado abastecedor apresenta-se dividido entre uma empresa privada, ela própria produtora dos seus animais, e um número de matadouros privados que não produzem. Essa empresa privada possui centros de abate subsidiários e em conjunto abatem à volta de 75% do total de animais do país.

2.1.13 Suécia

Apenas um grupo cooperativo sueco controla a maior parte das indústrias ligadas ao abate de gado bovino e suíno, sendo responsável por cerca de 76% e 79% da produtividade bovina e suína, respectivamente. Este grupo encontra-se posicionado em nono lugar entre os maiores matadouros de gado bovino da UE e, em sétimo lugar dos de suínos. Os matadouros de aves na sua generalidade são privados reportando anualmente uma produção total de 65 milhões de frangos ou de galinhas, 99% dos quais são abatidos por empresas pertencentes a uma só organização.

2.1.14 Portugal

Através de dados estatísticos da produção agro-industrial, obtidos a partir do Instituto Nacional de Estatística (INE) constatou-se ter havido um aumento do volume de produtos fabricados, entre 1992 e 1994, no sector de abate de gado (produção de carne), diminuindo em 1995.

Os principais produtos cárneos resultantes do abate de gado são os denominados “carnes de suíno inteiras e em pedaços refrigeradas” representando cerca de 66% do total da produção. As carnes denominadas como “carnes de bovino inteiras e em peças, refrigeradas” surgem como o segundo produto transformado mais importante, tendo contribuído, em 1995, com 5% para o total de processamento de produtos nesta actividade. O período entre 1992 e 1995 foi marcado pela diminuição das quantidades produzidas destes produtos (I.N.E., 2005).

No que diz respeito ao abate de aves e coelhos, o período de 1992 a 1994 representou um aumento das vendas dos produtos desta actividade, tendo-se verificado uma pequena diminuição, em 1995. A venda de "frangos inteiros e em pedaços refrigerados" representou, em 1995, cerca de 74% do total das vendas nesta actividade, seguindo-se-lhe a venda de "perus inteiros e em pedaços, refrigerados" em 15%.

O processamento de produtos à base de carne está relacionado com a actividade de abate de gado, uma vez que é a partir desta que se desenvolve a fabricação desses produtos. No tocante à venda de "preparações e conservas de perna de suíno inteiras: fiambres inteiros" situou-se em 24% do total, enquanto que 12% correspondeu à venda de "chouriços de carne" e de "salsichas tipo Frankfurt de carne de suíno".

O ano de 1998 marcou o ponto de viragem na produção de carnes do sector de abate de gado tendo sido responsável por metade da produção (47%) e cerca de 40% da facturação. Durante o período de 1996 a 1998 assistiu-se a um incremento da produção de 10% (cerca de mais de 27 mil toneladas de carne). No entanto, a facturação não acompanhou a mesma evolução tendo sofrido uma quebra de 12% (menos de 10 milhões de contos). Este panorama justificou-se com a queda da produção de carnes de suíno para cerca de 6 mil toneladas (4%) e com a diminuição da facturação em 15 milhões de contos.

No que diz respeito ao abate de aves e de coelhos (produção de carne), em 1998, 32% da produção e 30% da sua facturação adveio do abate de animais, preparação e conservação de produtos de carne. No período de 1998 a 1999 observou-se um crescimento de 10% em volume, produzindo-se mais 20 mil toneladas em 1998 do que em 1996. Mais uma vez, a facturação não acompanhou a produção, tendo mesmo surgido uma pequena descida no valor das vendas, associada a uma descida de preços no frango em pedaços.

Entre 1992 e 2001, na óptica do ramo de actividade do abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne, o valor de vendas aumentou 69% atingindo 1402 milhões de euros no último ano. O ano de 2001 foi aquele em que a actividade de abate de gado representou 43% do volume da produção e 42% do valor das vendas, considerando-se a actividade mais relevante dentro do grupo de abate de animais,

preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne. Por sua vez, o abate de aves e de coelhos (produção de carne) foi, no mesmo ano, responsável por 39% da produção e por 32% do valor total de vendas.

Em 2000, o volume de produção aumentou 3% relativamente a 1999, seguido de um pequeno decréscimo (-0,4%) em 2001, resultado da descida na produção de carne de bovino, a qual não foi compensada com o contributo do aumento da produção de carne de suíno, no ano 2001, face a 2000. Para o abate de aves e coelhos, no período de 1999 a 2001, a produção aumentou 11%, produzindo-se mais 27 mil toneladas, considerando-se a carne de frango, inteiro e em pedaços, refrigerado, o produto mais importante dentro desta actividade com 72% da produção, em 2001. Ainda, neste período de análise, é de referir o aumento significativo verificado na produção da carne de coelho (+ 116%).

De acordo com os dados divulgados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), entre 1999 e 2001, em termos de valor de vendas constatou-se ter havido um aumento de 37% no abate de animais, preparação e conservação de carne e de produtos à base de carne, tendo em conta as carnes de suíno, cujas vendas aumentaram próximo de 45%, no mesmo período. Relativamente ao abate de aves e de coelhos, para o mesmo período, o valor de vendas da sua produção foi de 48%, muito superior ao aumento assumido no volume de produção.

Segundo os dados estatísticos disponíveis no boletim mensal da Agricultura, Pescas e Agro-Indústria, de 23 de Dezembro de 2004, divulgado pelo INE, registou-se, no mês de Outubro de 2004, face ao mês homólogo, uma diminuição de 7% no abate de gado com aprovação para consumo, devido ao menor volume de abate registado na espécie suína (-12,6%). No tocante à produção de frango, em Outubro de 2004, registou-se um ligeiro aumento de 1,0%, comparativamente ao mês homólogo de 2003, com cerca de 18,6 mil toneladas.

2.2 - CARACTERIZAÇÃO PARAMÉTRICA

Neste ponto efectua-se uma análise a nível europeu segundo a avaliação de vários parâmetros (número de matadouros existentes, número de animais abatidos, peso médio vivo, peso médio da carcaça), para os Estados Membros, Eslovénia e Letónia (países em pré-acesso abrangidos pelo alargamento da UE ocorrido em 2004).

Na Bélgica e na Letónia as aves constituem a espécie com o maior número de animais abatidos seguidas dos suínos, gado bovino e gado ovino. A Letónia ainda se dedica ao abate de equinos e coelhos, embora numa dimensão menos pronunciada. Relativamente ao peso médio vivo das espécies abatidas, exceptuando o gado ovino, a Bélgica utiliza animais com peso unitário maior do que a Letónia. Assim, o gado bovino poderá atingir 670 Kg, os ovinos 42 kg, os suínos 120 kg e as aves domésticas 2,15 kg. No tocante ao número de matadouros em funcionamento, a Bélgica tem cerca de 62 matadouros de suínos, 48 de gado bovino e 42 de aves domésticas.

A Alemanha, o Luxemburgo, a Holanda e a Austria apresentam características semelhantes ao nível do número decrescente de cabeças de gado abatidas das espécies suína, bovina e ovina. É evidente nestes quatro Estados Membros que a espécie animal, anualmente, mais explorada é a suína rondando, os 41352000 animais abatidos na Alemanha, 129000 no Luxemburgo, 19277000 na Holanda e 5274285 na Austria. No que concerne ao peso médio de carcaça de animais abatidos, na Austria é ligeiramente superior ao dos animais abatidos na Alemanha, com pesos unitários de 339 kg para os bovinos, 95 kg para os suínos e 23 kg para os ovinos.

A Grécia e a Irlanda caracterizam-se pelo predominante abate anual do gado ovino com 11993000 e 4067000 abates de cabeças de gado, respectivamente. Seguem-se os suínos com cerca de 2241000 e 3339000 de animais abatidos, verificando-se que a Irlanda posiciona-se em primeiro lugar no sector da exploração suína. O gado bovino apresenta os mais baixos níveis de exploração em ambos os países, com apenas 307000 animais, em território grego, enquanto que a Irlanda conta com cerca de 1906000 animais.

Em Espanha, Portugal, Itália, França e Noruega impera o abate de suínos, em que Portugal ocupa o último lugar com 4954000 animais abatidos, anualmente. A Espanha lidera este grupo de países com um numerário de suínos próximo 33428000, seguindo-se a França com um efectivo a abater de cerca 26567000 e a Itália com 12920465. O suíno italiano exibe um peso médio da carcaça mais elevado, 130 kg, comparativamente, por exemplo aos suínos espanhóis com 85 kg. A espécie ovina encontra-se na segunda escolha destes países seguida da espécie bovina.

Na Finlândia a produção avícola apresenta valores aproximados de 43800000 aves abatidas por ano, cujo peso médio da carcaça ronda 1,4 kg. O gado bovino e os suínos, em conjunto, são as espécies, a seguir às aves, com um índice de abate anual mais elevado com cerca de 270000 bovinos e 1390000 suínos. O abate exclusivo de suínos exibe valores mais altos face ao abate bovino situando-se nos 756000 suínos, com peso médio de carcaça próximo dos 82 kg contrapondo com os 103000 bovinos.

Na Suécia, a produção avícola lidera o nível de abate anual de carne de frango, com cerca de 69300000 animais com peso médio de carcaça de 1,3 kg. Seguem-se os suínos com 3900000 animais abatidos por ano cujo peso médio vivo situa-se nos 110 kg e 84 kg de peso médio de carcaça. Nos quinze matadouros de gado bovino em funcionamento abate-se pouco mais do que 518000 animais por ano, com pesos médios vivos e de carcaça na ordem dos 530 e 290 kg, respectivamente. Segue-se, com pouca incidência o abate de perus, de gado ovino, de patos e de gansos.

A Grã-Bretanha, também abate anualmente, em 130 matadouros, um elevado número de frangos cerca de 780000000 com um peso médio de carcaça de 4 kg. O abate de perus, com peso médio de carcaça de 5 kg ronda as 24000000 aves abatidas anualmente, enquanto o gado ovino assume o terceiro lugar, seguindo-se a espécie suína e os bovinos com 2329000 de cabeças de gado. Contrariamente ao que seria expectável, o número de matadouros de gado bovino é superior ao de aves, com 376 unidades industriais.

A Eslovénia apresenta, igualmente, um elevado número de abate anual de frangos 21000000 unidades, comparativamente aos 500000 animais de espécies misturadas, às 127128 cabeças de gado bovino e, apenas 90000 perus.

2.3 TENDÊNCIAS EVOLUTIVAS

O sector de abate de animais no espaço europeu segue uma tendência evolutiva decorrente da adaptação à legislação comunitária, das políticas de concentração económico-financeira, da abertura dos mercados com a abolição das barreiras alfandegárias e com a crescente intervenção de grupos de pressão, nomeadamente as associações de consumidores.

Estes factores determinaram a identificação de diferentes áreas onde houve a necessidade de proceder a actualizações e adaptações, em particular as seguintes:

- Aumento da área fabril (expansão das estruturas dos estabelecimentos de abate);
- Aumento e cumprimento das exigências normativas de modo a salvaguardar a salubridade dos alimentos, tendo em vista a defesa da saúde pública;
- Focalização na protecção do bem estar animal;
- Desenvolvimento de requisitos para a preservação e melhoramento da qualidade alimentar;
- Necessidade de aperfeiçoar as políticas ambientais e elevar o nível dos requisitos de processamento de alimentos de consumo imediato.

2.3.1 Aumento da Área Fabril

É uma evidência o facto que o processamento do abate de animais tem vindo a ser concentrado em estabelecimentos de grandes dimensões e em menor número.

Teoricamente, é assumido que o aumento da capacidade das instalações fabris contribui para uma redução dos custos e consumos unitários. Porém, constata-se que a evidência prática não subscreve esta situação. Por outro lado, verifica-se que os problemas ambientais são melhor solucionados quando se consideram estabelecimentos de grandes dimensões nomeadamente os provenientes do odor emanado do processo de abate e o tratamento das águas residuais.

2.3.2 Segurança Alimentar

Actualmente, a problemática da segurança alimentar é cada vez mais premente devido à ocorrência de *Salmonella spp.*, nomeadamente a multirresistente DT 104; a Listeria; a VTEC (0157) para além de outros contaminantes microbiológicos nos produtos cárneos, para além da crise da BSE. Assim, o Comité Científico da Comissão Europeia publicou em 12 de Abril de 2000, um trabalho intitulado "*Zoonoses transmissíveis pelos alimentos e medidas veterinárias relacionadas com a saúde pública*".

Este documento determinou que houvesse uma intensificação dos requisitos higiénicos ao nível dos matadouros e, consequentemente, um reforço das operações de limpeza, desinfecção e esterilização. Estas operações determinam um aumento no consumo de energia e de água, sobretudo pela utilização de água a 82°C, para a esterilização de facas e outros utensílios. Da mesma forma, para a lavagem de carcaças de suínos e de gado bovino com água quente passou a ser prática corrente, gastando-se a título de exemplo cerca de 40 litros por carcaça de suíno.

Em termos conclusivos, a implementação destes procedimentos e sistemas resulta num significativo aumento do consumo de água e energia, para além da obrigatoriedade da monitorização do sistema de refrigeração nos locais onde há manuseio de carnes e uma rede de distribuição a partir do matadouro até ao consumidor final.

2.3.3 Bem-Estar Animal

A investigação da segurança e da ética relacionada com a alimentação animal tem contribuído para a redução da inclusão de subprodutos de origem animal na concepção da alimentação animal e para o aumento do montante disposto como resíduo.

Ainda, referente ao bem estar animal, importa mencionar o transporte de animais em condições climatéricas adversas e não adversas, estando os transportadores e técnicos, abrangidos por um conjunto de normas que permitam regulamentar este tipo de situações. As políticas do bem estar animal influenciam igualmente os métodos de atordoamento dos animais usados nas salas de abate.

2.3.4 Qualidade Alimentar

A exigência dos requisitos da qualidade alimentar tem vindo a ganhar maior relevância, nomeadamente ao nível das salas de abate. Por exemplo, no abate de suínos deve haver um controlo rigoroso no processo de refrigeração das carcaças, dado que deste modo é possível melhorar a textura da carne. Assim, para diminuir a incidência das carnes PSE, ou seja, carnes pálidas, moles e exsudativas, há que proceder a um rápido e eficiente arrefecimento das carcaças quentes.

De facto, tem sido verificado que um decréscimo do consumo de água na linha de abate, isto é, nas máquinas de corte de pêlo depois do chamusco e nas máquinas de raspagem/ polimento, abranda a diminuição da temperatura das carcaças na linha de abate. Deste modo, tem sido sugerido que as carcaças devam ser lavadas com um elevado volume de água fria antes de serem processadas.

2.3.5 Ambiente de Trabalho

Para preservar as boas condições de saúde dos colaboradores e para captar mão-de-obra qualificada para a indústria, é necessário evitar esforços violentos, operações árduas e rotineiras, surgindo a necessidade de automatizar algumas destas tarefas. Para que esta situação se concretize terá que haver inevitavelmente um gasto energético adicional, dado que a automatização das operações requerem um consumo energético adicional. Por outro lado, o equipamento deve ser limpo e esterilizado, várias vezes ao dia e sempre no final de um dia de trabalho. Para uma lavagem e esterilização eficiente é necessário fornecer as devidas instruções de operacionalidade, supervisão e manutenção do equipamento, assim como o emprego de considerável quantidade de água quente e fria.

A título de exemplo, em Itália existe uma exigência de lavagem e de esterilização entre cada carcaça apenas quando esta carne é exportada para os Estados Unidos.

2.3.6 Processamento

Actualmente, o grau de processamento de produtos cárneos tem vindo a aumentar, em virtude do aumento da procura de produtos de rápida e fácil preparação. Esta situação é resultante do facto dos processadores de carne levarem a cabo um elevado nível de

processamento e acondicionamento, usualmente em combinação com a refrigeração e a congelação.

2.3.7 Características Técnicas de Matadouros

Em geral, os grandes matadouros classificam-se segundo dois grupos:

- Matadouros que levam a cabo apenas as operações relacionadas com o processo de abate, isto é, o abate propriamente dito, a preparação e arrefecimento das carcaças para venda a grosso;
- Matadouros que dedicando-se às mesmas actividades, associam ainda a desmancha de carnes com ou sem desossa. Estas carnes são embaladas e refrigeradas ou congeladas para serem enviadas para grossistas, retalhistas ou enviadas para estabelecimentos de processamento de carnes.

A grande maioria dos processadores de carne de frango combinam simultaneamente o abate de aves e a desmancha das suas carcaças. É cada vez maior a tendência para os matadouros expandirem a sua actividade com a produção de produtos de valor acrescentado (carne cortada em cubos e picado de carne) e diversificação com a inclusão de outros métodos processuais. O acto de inovar requer um vasto investimento financeiro, o qual só é compatível com o plano orçamental de empresas de dimensões consideráveis ou multinacionais. Logo, a fusão da indústria em menos mas maiores unidades, possibilita uma verdadeira aposta na inovação de produtos e processos fabris.

Algumas das linhas processuais são automatizadas, pelo que uma produtividade operacional de cerca de 80 cabeças de gado bovino, 350 de gado ovino ou 300 suínos por hora são valores normais. Assim sendo, a produtividade de um matadouro de gado bovino ou de suínos típico apresenta-se relativamente constante ao longo do ano. Para o abate de ovinos, os meses de Junho e de Dezembro são normalmente os de maior afluência. A Páscoa revela ser o período de maior abate de carne de cordeiro devido a tradições religiosas.

Da mesma forma, o abate de carne de frango encontra-se altamente mecanizado, de modo que um índice de abate de cerca de 100 aves por minuto é bastante frequente. A sua produtividade total é também constante durante o ano.

Relativamente ao tempo de vida, um matadouro ronda os 25-40 anos. Todavia, estes deverão ir ao encontro dos critérios e padrões estabelecidos pela Directiva do Conselho 64/433/EEC, incluindo especificações no âmbito do projecto do estabelecimento, acabamento de construção e considerações higiénicas.

2.3.8 Questões Ambientais Chave

A relevância das questões ambientais associadas aos processos operacionais em matadouros está associado com: consumo de água, emissões de líquidos com elevada carga orgânica e gasto energético ao nível do processo de refrigeração e de aquecimento de águas.

Tendo em conta uma abordagem ambiental passa-se a descrever cada um dos seguintes itens:

2.3.8.1 Ar atmosférico

Grande parte das emissões gasosas provenientes de matadouros são constituídas por vapor de água e CO_2 originário das caldeiras de vapor utilizadas para a obtenção de água quente e vapor. Existe também libertação de gases resultantes do sistema de refrigeração e congelação e do CO_2 proveniente do equipamento de atordoamento de animais.

As emissões de poeiras, resultantes da descarga de aves e da pendura destas na linha de abate, consistem num dos maiores problemas ambientais próprios dos matadouros de aves.

2.3.8.2 Água

O impacto ambiental mais significativo, resultante da operacionalidade dos matadouros, reside nas emissões projectadas para a água, para além da problemática relacionada com o próprio consumo e qualidade da água industrial. Este é gerido segundo a legislação de carnes da U.E. e dos Estados Membros, a qual contempla a utilização de água potável e

pura em quase todas as operações de lavagem e enxaguamento, limitando o objectivo para a reutilização da água dentro do próprio matadouro.

A excessiva utilização de água não é só um problema de ordem económica e ambiental, mas contribui para a responsabilização da empresa a nível do tratamento de águas residuais. Assim, estas podem ser tratadas através de um tratamento de águas residuais instalado no próprio matadouro, ou se esse tratamento for efectuado pela Câmara Municipal, então é usual haver pré-tratamento por parte do matadouro.

A contaminação da água residual pode ser minimizada, reunindo os subprodutos e os resíduos tão perto quanto possível da fonte de onde emanam, e prevenindo o contacto destes com a água. Outra forma de reduzir a actual carga contaminante seria minimizar a utilização de água no processo de abate e na preparação das carcaças, controlando o arrastamento da matéria orgânica assim como fezes ou gordura. Em caso de arraste dos subprodutos para a água, a sua reutilização poderá ficar seriamente comprometida.

Em qualquer matadouro, a questão fulcral que afecta o consumo de água encontra-se relacionada com a área fabril disponível, pelo que o consumo de água está dependente do *layout* dos estabelecimentos, sendo o matadouro de aves ainda dependente de outros aspectos tais como: tamanho das aves, método de abate, preparação e refrigeração das carcaças e grau de automatização. De facto, os matadouros de carne de frango consomem grandes quantidades de água na evisceração, na limpeza e nas operações de lavagem.

O sangue é o constituinte das águas residuais que apresenta a maior concentração de CQO provindo tanto de matadouros de grandes animais como dos de aves. Como tal, assume ser um potencial agente poluente, principalmente devido às grandes quantidades de sangue que são manipuladas e armazenadas.

Importa referir que em alguns países, tais como Dinamarca, Finlândia, Suécia e Noruega, a água residual originária dos matadouros é considerada como sendo uma significativa fonte de carbono para desnitrificação em tratamentos de águas residuais realizados pela Câmara Municipal.

2.3.8.3 Energia

A maioria dos matadouros de grandes animais não controla e avalia de um modo específico o seu consumo de electricidade, de tal forma que o consumo total é controlado apenas pela consulta das facturas emitidas. Só uma pequena percentagem de matadouros controla o consumo energético por área de processo, implementando medidas para redução de consumos através de programas de monitorização de indicadores. Possuem geradores em estado de espera, de modo a facilitar a realização de operações parciais em situações de alerta.

A grande percentagem do consumo de energia está associado com o sistema de refrigeração das instalações fabris, constituindo cerca de 45-90% da carga total durante o período de laboração e de 100% durante os períodos inactivos. Os requisitos legais exigidos para as carcaças refrigeradas, estabelecem valores máximos de temperaturas de 7ºC, a atingir antes da sua expedição e, relativamente às vísceras a temperatura não deverá exceder os 3ºC. No tocante aos grandes animais, o arrefecimento deverá ter a duração de 48 horas.

Outra área de consumo energético é a utilização de energia para o aquecimento de água. Efectivamente, o óleo e/ou o gás natural são os principais combustíveis consumidos na produção de água quente. Esta tem como destino os reservatórios, duches, escaldões para suínos (58-65ºC) e para aves (51.5-53.5 ºC), lavagens (60-65ºC), implementação de banhos esterilizantes (> 82ºC) e, nalguns matadouros a lavandaria. No abate de suínos é ainda utilizado o gás natural, LPG[4] (propano principalmente) ou óleos, na chama directa para chamuscar as carcaças. Contudo, segundo alguns registos, chamuscar as carcaças utilizando óleos para esse fim, poderá causar problemas de higiene e de qualidade na carne. Também ao longo de toda a linha de abate os guindastes, os cortadores, os puxadores e as serras são accionados pneumaticamente ou por motores eléctricos.

[4] Gás petróleo liquefeito.

2.4 PERSPECTIVA ECONÓMICA

2.4.1 Matadouros

Segundo a Organização da Agricultura e dos Alimentos (FAO), estima-se um crescimento anual do consumo global de carne de cerca de 2%, antes do fim de 2015. No inicio dos anos 80 registaram-se estas tendências em consequência do aumento da densidade populacional, do incremento dos rendimentos, do crescente processo de urbanização, da alteração das dietas alimentares e da abertura dos mercados, em particular para a carne de frango e de porco.

É previsível que grande parte deste aumento ocorra no Mundo em Vias de Desenvolvimento, onde os consumos poderão progredir a uma taxa média de 2,7% por ano, em comparação com os 0,6% ao ano nos países desenvolvidos. Todavia, a FAO declara ainda que a recente erupção de doenças de animais em países exportadores de carne, como por exemplo a BSE, acelerou a alteração do consumo de carne vermelha para o consumo de carne de frango. Com efeito, a FAO refere um aumento anual de 2,9% na procura de carne de frango, antes do final de 2015, e de 1,4% para a carne vermelha.

A crise da BSE contribuiu para aumentar os custos dos matadouros relativamente à eliminação dos resíduos animais. Por forma a minimizar os custos, alguns matadouros tiveram que solicitar pedidos contratuais com as grandes empresas que industrializam carcaças de animais, contribuindo para economias de escala. Caso contrário, e devido à feroz competição do mercado, muitas destas empresas teriam sido obrigadas a abrir falência ou, então, seriam alvo de aquisição pelos grandes grupos.

Os casos de BSE que assolaram a Grã-Bretanha, excederam significativamente os números de ocorrência em qualquer outra parte da Europa, levando tanto a Grã-Bretanha como a Irlanda a tomar acções preventivas. Anteriormente à crise da BSE, o valor da proteína e gordura produzidas na Grã-Bretanha pelas indústrias de processamento de carcaças de animais era de 150 milhões de libras e, em 2000 tendo este valor diminuído para cerca de 50 milhões GBP. Em 1996, o MAFF[5] Inglês subsidiou financeiramente o sector com cerca de 100 milhões de libras, de modo a evitar o colapso da indústria de carnes. As acções

[5] Ministério da Agricultura das Pescas e Alimentos.

levadas a cabo pela Grã-Bretanha, visando proibir a alimentação de todo o gado doméstico, não apenas os ruminantes, a partir do processamento da proteína animal e a interdição de exportações para países terceiros, sobrecarregou financeiramente a indústria de carnes.

Posteriormente, foram disponibilizadas aos criadores de gado indemnizações provisórias incapazes de atingir o preço alavanca para a carne de vaca e de vitela, isto é, um valor de mercado mínimo aplicado a todos os Estados Membros. Este plano intitulou-se "Plano superior a 30 meses", e o financiamento foi dividido entre a Comissão Europeia, que cobria 70%, e cada Estado Membro, com os restantes 30%. Esse plano tinha como objectivo abranger todo o gado não elegível durante as aquisições, com mais de 30 meses de idade e com testes negativos para a BSE. O preço pago aos agricultores criadores de gado por estes animais, não disponíveis para consumo humano, foi fixado segundo o preço de base do mercado dos Estados Membros, respeitando a categoria de qualidade da carne. Para aqueles Estados Membros sem ampla capacidade de ensaio, o abastecimento do "Plano para destruição através da compra" manteve-se até 30 de Junho de 2001, altura em que predominavam os testes coercivos. Esta medida obstaculizava a entrada de carne de vaca, com mais de 30 meses, sem os testes de BSE, na cadeia alimentar.

Assim, a interdição contínua da utilização de proteínas animais processadas na alimentação de animais domésticos, conduziu à diversificação da indústria de subprodutos animais e levou à procura de caminhos alternativos para a eliminação de subprodutos, em particular para os materiais contaminados pela BSE e para os materiais de risco específico. Contudo, o processamento de alguns subprodutos animais, não destinados ao consumo humano, continua activo por parte de algumas indústrias, tendo como princípio a sua congelação para futura incineração.

2.4.2 Redução do Consumo e das Emissões

2.4.2.1 Considerações gerais

Nos planos de minimização de consumos e de emissões, há repercussões financeiras, nomeadamente na redução dos custos energéticos e da diminuição das exigências aquando da utilização de técnicas secundárias de redução.

Alguns dos custos financeiros associados ao consumo de recursos e às emissões para o ar, água e solo, são facilmente mensuráveis. Em alguns estabelecimentos as medições são efectuadas ao nível de operações unitárias, monitorizando e identificando possíveis áreas, de forma a reduzir os níveis de consumo. Ao nível das emissões podem ser destacados os resíduos sólidos, os quais são transportados para eliminação pelos transportadores de resíduos havendo lugar a um pagamento por cada unidade de carga transportada.

O estabelecimento de um plano de avaliação de consumo e de custos económicos requer um esforço concentrado, havendo necessidade de avaliar os consumos e os custos associados com a planificação, recolha de informações, aquisição, instalação, licenciamento, funcionamento, ajustes, manutenção, limpeza, restaurações ou transporte de equipamento, assim como a avaliação associada com as emissões para o solo, água e ar.

2.4.2.2 Água

O custo da água é variável de acordo com a sua origem, variando conforme provenha de uma fonte externa (rede pública) ou se é captada directamente (água de origem subterrânea ou superficial) com o correspondente pré-tratamento se exigido. Deste modo, o aspecto financeiro associado com a fonte determina o tipo de aplicação face à origem da água.

Por outro lado, a interligação do consumo de água e de energia é de real importância para os matadouros, dado que cerca de metade da utilização total de água é efectuada a temperaturas que oscilam entre 40 e 60ºC, podendo atingir ainda os 82ºC. Em Inglaterra, em 1998, os matadouros eram abastecidos maioritariamente com água proveniente de sistemas públicos, pagando cerca de 0,70 libras (€1,13 por metro cúbico). Necessitando de um prévio tratamento, os custos de processamento da água no local poder-se-iam agravar em 0,30 libras (€ 0,48 por metro cúbico), sendo que, por cada 10ºC de aumento da temperatura da água haveria um custo adicional de 0,16 libras (€ 0,26 por metro cúbico), estando sujeito a pequenas variações segundo a forma pela qual fora efectuado o aquecimento (gás ou por electricidade).

Adicionalmente o utilizador não se cingirá a pagar apenas o consumo de água, mas todo e qualquer tratamento realizado nas águas residuais, quer no próprio local quer numa estação

de tratamento de águas residuais municipal. É de salientar que os tratamentos de águas residuais, assim como as técnicas secundárias, apenas controlam as emissões, não induzindo vantagens, para a produtividade, em oposição à utilização de técnicas de processo integrado que aliam às vantagens processuais, como a produtividade, as vantagens ambientais decorrentes da minimização de consumos e cargas poluentes.

Na Dinamarca, grande parte dos tratamentos de águas residuais são efectuados ao nível do sistema municipal, apresentando apenas uma prévia remoção de sólidos realizada ainda nos matadouros, através de uma rede de 2mm de altura da malha. Estas águas residuais são consideradas vantajosas para o processo de desnitrificação e as sobrecargas são calculadas de acordo com os níveis de CBO_5.

Em Itália, a maior parte dos matadouros extraem água dos lençóis de água subterrânea, tratando-a de forma a obter água potável. Alguns estabelecimentos de menor dimensão utilizam o abastecimento público, pelo que o custo da água vai depender, quer do local de extracção quer do volume, atingindo uma média de € 0,80 por metro cúbico. O custo de extracção de águas subterrâneas e o seu tratamento em água potável poderá rondar os € 0,16-0,20 por metro cúbico, dependendo da profundidade atingida. Para o aquecimento da água, por cada aumento de 10ºC, o custo financeiro ronda cerca de € 0,52 por metro cúbico. O custo médio do tratamento das águas residuais, incluindo o tratamento das lamas resultantes, é de cerca de € 0,5-0,7 por metro cúbico. Para alguns matadouros, a descarga das águas residuais para o colector municipal é realizada após um pré-tratamento físico-químico a um custo de € 1-2 por metro cúbico, agravado de mais € 0,35 por metro cúbico no caso da realização de um tratamento das águas residuais nas instalações fabris.

Na Finlândia, todos os matadouros direccionam as suas descargas de águas residuais para os sistemas de tratamento de águas residuais municipais, muito embora algumas unidades possuam sistemas de pré-tratamentos (flotação). Contudo, não existe nenhum tipo de “taxas verdes” para o consumo de água, embora os encargos financeiros englobem os custos da água tratada e os das águas residuais.

Para os matadouros suecos o custo da água pode atingir valores de 15-18 coroas suecas por metro cúbico, considerando a utilização de água limpa e o tratamento das águas residuais a nível do município. Em matadouros que possuam um abastecimento de água particular, os custos inerentes deverão ser significativamente mais baixos.

2.4.2.3 Energia

Na Dinamarca, a "taxa verde" é aplicada ao nível do abastecimento de electricidade, existindo uma comarca cujo sistema de aquecimento central está submetido a este regulamento.

Em Itália, o preço médio da electricidade ronda os € 0,087 por kWh. Contudo, o preço do gás natural situa-se nos € 0,248 por metro cúbico de gás, equivalente a € 0,03 por kW térmico.

Na Finlândia, existem as "taxas verdes" no fornecimento de electricidade. Esta taxa apresenta custos muito variáveis, dependendo do tipo de fornecedor. A nível dos matadouros, a energia utilizada para o aquecimento é obtida através do fuelóleo leve ou pesado.

Na Suécia, todas as indústrias apresentam isenção de impostos sobre a energia utilizada, pelo que o custo da energia a aplicar nos processos e espaços de aquecimento oscila exclusivamente de acordo com o método produtivo.

Tal como na Suécia, a indústria de carne Norueguesa é isenta de quaisquer impostos sobre a electricidade, apesar de 65% da energia consumida ser de proveniência eléctrica, sendo os restantes 35% de origem em fuelóleo. O custo de ambas as fontes é variável sendo de 0.265 coroas norueguesas por kWh para o consumo eléctrico e de cerca de 0.35 por kWh para os óleos.

2.5 INFLUÊNCIAS DA LEGISLAÇÃO ALIMENTAR E VETERINÁRIA

No âmbito legal existem algumas exigências e interdições que devem ser tomadas em consideração aquando da identificação das "melhores técnicas disponíveis", em matadouros. Assim sendo, há especificidades nos requisitos relacionados com a Segurança Alimentar e com o Bem-Estar Animal.

A *Directiva 91/497/CEE do Conselho*, de 29 de Julho de 1991, referente aos problemas de saúde que afectam o Comércio Intra-Comunitário de carne fresca, reitera a *Directiva 64/433/CEE* no que diz respeito aos problemas sanitários relacionados com o intercâmbio de carne fresca. A *Directiva 92/116/CEE do Conselho*, de 17 de Dezembro de 1992, estabelece as regras sanitárias para os matadouros, no que respeita aos problemas de saúde que interferem no Comércio de carne de aves fresca, rectificando e actualizando a *Directiva 71/118/CEE*. Consequentemente, a aplicação dessas normas sanitárias tem repercussão a nível ambiental, em termos de consumos de água e de energia.

CAPÍTULO 3

DESCRIÇÃO DOS CENTROS DE ABATE DE ANIMAIS

Neste capítulo proceder-se-á à explanação das operações unitárias congregadas em matadouros, fazendo a devida separação entre o abate de reses e de aves. De igual modo é feita uma breve referência aos problemas ambientais associados a cada operação.

3.1 ABATE DE RESES

O processamento das operações nos matadouros, varia dependendo do tipo de animal a abater. Assim, a primordial diferença reside no facto de que, no caso do gado bovino e ovino, a pele é removida enquanto nos suínos não o é. No caso dos suínos a pele é retida fazendo-se contudo a remoção das cerdas e procedendo-se posteriormente ao chamusco da sua pele. Outras diferenças estão relacionadas com a própria fisiologia e tamanho dos animais. Na grande maioria dos casos o processo de abate é eminentemente um processo manual, embora a grande tendência vá no sentido de incrementar a sua automatização. Por exemplo, as máquinas que se encontram em desenvolvimento destinam-se a mecanizar a preparação das carcaças com futura incorporação de sistemas de lavagem automática das mesmas, em cada estádio.

As principais operações levadas a cabo num matadouro são as seguintes: recepção dos animais e abegoarias, abate, sangria, remoção de pele, cabeça e cascos no gado bovino e caprino, escaldão, depilação e chamusco nos suínos, evisceração, divisão (esquartejamento) e refrigeração. Estas operações são descritas seguidamente de modo mais pormenorizado.

3.1.1 Matadouro: Recepção de Animais e Abegoarias

Os animais são descarregados por uma rampa, a qual deve encontrar-se ao mesmo nível do camião, possuir uma superfície anti-derrapante e ser suficientemente comprida, de modo a

permitir a estabilização dos animais. Estas condicionantes contribuem para a preservação do bem-estar animal, levando à diminuição dos riscos por ferimentos nos próprios animais.

Após a descarga dos animais, por razões estritamente higiénicas, procede-se à limpeza e desinfecção dos camiões em locais próprios para esse fim. Por vezes, durante o transporte dos animais forma-se um leito à base de palha ou serradura, a qual é removida aquando da limpeza do veículo. Em seguida, é feita a descarga das águas de lavagem, que devem ser submetidas a um tratamento, e os dejectos e o material do leito são recolhidos e enviados para destino adequado.

Idealmente, os animais deverão chegar aos matadouros em condições higiénicas satisfatórias. Contudo, esse preceito não se concretiza na realidade visto haver sempre alguma conspurcação a partir dos próprios dejectos, devendo os animais ser submetidos a uma lavagem. No entanto, esta não se mostra muito aconselhável quando não houver uma adequada secagem dos animais antes do seu abate, por se constatar existir desvalorização das peles devido uma maior deterioração das mesmas aquando de uma incorrecta secagem.

Entretanto, após a recepção dos animais, estes são conservados em abegoarias para descanso, durante um período mínimo de 8 horas, o que contribuiu em grande medida para a qualidade da carne, relacionada principalmente com o restabelecimento dos níveis normais de adrenalina e de glicogénio.

No caso específico dos animais de raça suína, e em condições climatéricas extremas, pode haver a ocorrência do denominado "golpe de calor" devido à ausência de glândulas sudoríparas reguladoras do equilíbrio hídrico do organismo. Como método preventivo são instalados sistemas de aspersão de água distribuídos pelas celas da abegoaria.

Geralmente, a instalação de um arrastador (*restrainer)* é necessária para dar um encaminhamento progressivo dos animais, fazendo-se a inspecção *ante-mortem* dos mesmos na altura da recepção e conduzindo-os para as respectivas celas. Estas deverão estar equipadas com um sistema de abeberamento, bem como de um sistema de recolha de dejectos e urinas. Este arrastador é destinado à condução e electro-insensibilização dos

animais de porte normal, obrigando à manutenção de uma manga e de um corredor de serviço, este último destinado à passagem do condutor dos animais e, a manga à deslocação dos animais de maior porte (marrãs[6] e varrascos) para a área de insensibilização, após a passagem pela zona do duche.

A maioria dos animais aguardam algumas horas antes de seguirem para o abate. Todavia, alguns são conservados em repouso durante a noite, embora esta não seja a grande preferência dos criadores, pois acreditam que há um declínio do peso das carcaças dos animais abatidos, e pelas quais são remunerados.

As abegoarias devem ser providas de pavimentos tecnicamente adequados sendo normalmente utilizados os seguintes: pavimentos sólidos endurecidos, com covas na superfície plana, para possibilitar algum domínio por parte dos animais ou pavimentos endurecidos de estrado, incluindo soalho inferior, com capacidade drenante de suspensões sólidas para cisternas. Outra hipótese que se encontra aprovada para abegoarias para pequenos ruminantes, é a disposição de uma malha de rede ao longo do pavimento, a qual permite a queda dos dejectos e, em consequência da libertação de calor, a secagem do pêlo efectua-se mais rapidamente antes de serem abatidos.

No tocante aos ovinos há a ponderar uma tosquia precedida ao abate. Contudo, esta poderá resultar numa desvalorização da própria pele, no sentido em que se elimina a capacidade da dupla produção, ou seja, a curtição da pele ainda com a lã, reduzindo a sua oportunidade de recuperação. Por outro lado, quando o gado apresenta uma conspurcação do pêlo é aconselhável a sua limpeza antes do abate.

Do ponto de vista ambiental é ao nível da abegoaria que se registam elevados índices de ruído, devido ao movimento de veículos e à descarga dos animais.
Por razões higiénicas os veículos de entrega de animais são sujeitos a lavagem após cada entrega. A grande maioria dos matadouros não contabiliza estes consumos de água, que podem ser reduzidos através da instalação de mangueiras de baixo volume e elevada pressão, pistolas pulverizadoras, e a instalação de medidores de caudal. Ao proceder à

[6] Entende-se por marrãs as porcas desmamadas.

lavagem dos veículos e da área da abegoaria há introdução de material orgânico e inorgânico, isto é, amoníaco, fósforo, sólidos e óleos/gorduras nas águas residuais. Em unidades localizadas em áreas agrícolas estas águas residuais podem ser usadas como fertilizantes de solos, devido às elevadas concentrações em nutrientes que apresentam.

3.1.2 Processo de Abate

Após a recepção e estadia dos animais na abegoaria, estes são encaminhados para o local específico do atordoamento e posterior abate, ao longo de barreiras, ou áreas de passagem, que disciplinam a ordem de entrada dos animais. Em seguida, estes são conduzidos, um de cada vez, para dentro da cela de atordoamento, cujo intuito é estabilizar o comportamento do animal. A cabeça deste deverá estar posicionada de forma a adequá-la ao correcto desempenho do equipamento atordoante, equipamento que se deve basear na exactidão, facilidade e adequação da altura de execução. Terminado o atordoamento, o animal entra em prostração repentina e o operador, ao abrir a cela, permite que o corpo do animal deslize e desembarque em determinada área para o abate propriamente dito.

A insensibilização do gado deverá realizar-se antes da sangria, através da utilização de uma arma munida com uma seta activada pela propagação de gás, quer a partir de um compressor de ar quer de um cartucho de munições vazias. Esta arma deve ser localizada exactamente num ponto a meio do crânio, acima das rugas da fronte do encaixe ocular. Em particular os touros e os varrões[7] que possuem crânios maciços devem ser atingidos por tiros de carabinas ou espingardas. No que diz respeito à remoção da medula destes animais a *Decisão da Comissão n.º 2002/3097/CE*, de 20 de Agosto de 2002 altera a *Decisão da Comissão n.º 98/256/CE do Conselho* relativa a determinadas medidas de emergência em matéria de protecção contra a BSE.

O gado ovino e suíno, em conjunto, têm insensibilização antes da sangria através da utilização de pequenas armas de setas ou pinças eléctricas. Para o gado suíno o método de insensibilização envolve a aplicação de tenazes semelhantes a tesouras ou chapas, em que a parte superior encontra-se conectada à corrente eléctrica, com pelo menos 1,3 A, e um mínimo de 190 V, durante cerca de 5 segundos. Já para o gado ovino a potência eléctrica

[7] Porco não castrado.

deverá rondar 1 A. Para os suínos existe outra metodologia de insensibilização, a qual assenta na utilização de banhos de CO_2, bastante frequentes nos últimos tempos. Este procedimento inclui dois estádios percentuais do gás CO_2 em que, primeiramente, são submetidos a uma mistura de 30% CO_2 para aumentar a respiração e, em seguida, a uma mistura de 70-82% CO_2 para a indução da anestesia. Há ainda a salientar que a concentração de CO_2 deve ser pelo menos 70% por volume, para a insensibilização dos suínos.

Há uma relação directamente proporcional entre uma boa insensibilização e a qualidade da carne, isto é, quanto mais eficaz for a insensibilização maior será a extracção do sangue, logo maximiza as qualidades organolépticas e microbiológicas das carnes. Em muitas situações, tanto para os suínos como para os ovinos é preferível um abate por electrocussão do que através de uma simples insensibilização eléctrica. A insuficiência cardíaca, em suínos, não afecta nem a proporção nem a extensão da sangria.

Terminada a fase de insensibilização, os animais são pendurados por uma ou ambas as patas traseiras num carril, o qual efectua o transporte das carcaças ao longo dos processos intermédios até chegar à unidade de arrefecimento. Contrariamente ao que se passa nos pequenos matadouros que abatem várias espécies, os matadouros de grandes dimensões operam o abate e a linha de processamento separadamente de acordo com a espécie animal. Durante o ritual do abate há o dever de dominar os animais antes da consumação do acto, empregando métodos mecânicos e impedindo qualquer sofrimento, dor, agitação, danos ou contusões.

3.1.3 Sangria

Segundo o estabelecido pela legislação da Comunidade Europeia, o procedimento da sangria deverá iniciar-se o mais rápida e profusamente, após uma correcta insensibilização, devendo a sangria concretizar-se pela incisão de, pelo menos, uma das artérias carótidas ou as veias a partir das quais surgem. Após essa incisão o sangue esvai-se das veias e, a partir deste instante, não são permitidos mais procedimentos de preparação ou todo o tipo de estimulação eléctrica antes do fim desta etapa da sangria. Esta fase é de capital importância, visto contribuir para melhorar a conservação da própria carne, removendo o

meio propício ao desenvolvimento microbiano. Em seguida, o sangue é recolhido para uma tina, sendo assegurada a sua qualidade pela inspecção sanitária realizada pelo veterinário oficial. O sangue libertado será recolhido num sangradouro próprio, em inox, o qual será depois canalizado através de um tubo, igualmente em inox, com sistema de torneira, que possibilite a separação de sangue e água, na sala de retenção. Nesta sala o sangue é armazenado num depósito onde se procederá ao seu pré-cozimento, por meio da injecção directa a vapor. Uma vez o sangue pré-cozido será, então, depositado em contentores herméticos para posterior expedição para uma fábrica de subprodutos.

Em matadouros de reses, a porção de sangue destinada ao consumo humano deverá ter redobradas precauções higiénicas. No tocante à recolha higiénica de sangue proveniente dos suínos existem métodos tradicionais, por exemplo, em pequenas caçarolas, tinas ou utilizando facas côncavas. Estas são mais largas do que as facas ordinárias, para além das duas lâminas que possuem. Entretanto, o sangue reunido é, em seguida, bombeado do reservatório para uma cisterna refrigerada, ao qual são adicionados aditivos como o ácido cítrico ou o citrato de sódio para a prevenção da coagulação, permanecendo em constante agitação.

Na Grã-Bretanha, aproximadamente 15% do sangue de mamíferos é submetido a um arrefecimento anterior à sua acumulação e processamento, de forma a manter a funcionalidade das proteínas do plasma, sendo uma das aplicações a sua utilização na alimentação de animais domésticos. Em termos de conservação do sangue, este deverá registar temperaturas médias de 2ºC, dado que valores acima dos 10ºC poderão denunciar problemas odoríferos.

O sangue é caracterizado pelo seu elevado CQO, atingindo valores próximos de 400g/l e para o CBO_5 cerca de 200 g/l. Como consequência, a separação de sangue é, desta forma, um dos controlos ambientais fundamentais a ser conduzido nos matadouros. De facto, o efeito do derramamento de sangue, intencional ou inadvertidamente, identifica-se como sendo uma das maiores fontes de poluição que pode ocorrer nestes estabelecimentos.

Todavia, é possível minimizar estes riscos através da instalação de alarmes de nível elevado nos reservatórios de sangue, com ligação a dispositivos de corte directo automático para a bomba da tina de sangue.

Durante a sangria, o sangue forma coágulos ao longo das paredes/base do reservatório, de tal forma que podem ser transportados por lavagem directamente para a estação de tratamento de águas residuais da indústria. Em alguns matadouros, o sangue coagulado é reunido num tanque através de pás, rodos ou por sucção por vácuo. O sangue coagulado não tem utilidade para consumo humano, pelo que só poderá ser distribuído para outros destinos. Em alguns matadouros pratica-se incorrectamente o lançamento de todo ou parte do sangue recolhido para as estações de tratamento de águas residuais. A gravidade desta atitude, a qual não é permitida nomeadamente pelo *Regulamento 1774/2002/EC*, pela *Portaria n.º 809/90*, de 10 de Setembro e pela *Decisão da Comissão n.º 2003/321/CE*, de 12 de Maio referente a medidas de transição no que respeita aos requisitos aplicáveis à transformação de sangue de mamíferos, está relacionada com os elevados níveis de CQO e de CBO_5 que atingem a estação de tratamento de águas residuais.

3.1.4 Remoção da Pele e Couro Cru

A remoção da peles e couros é processada por máquinas próprias que as arrancam das carcaças dos animais. Em particular, as peles de ovinos poderão ser removidas, manual ou automaticamente. Alguns matadouros efectuam a sua salga para uma melhor conservação.
Após a remoção das peles/couros, as carcaças são transportadas para a área limpa da linha de abate onde serão preparadas, enquanto que as peles/couros serão conduzidas para uma zona própria de tratamento.

3.1.5 Remoção da Cabeça e dos Cascos no Gado Bovino e Ovino

Concluída a sangria do gado bovino e ovino, processa-se o início da remoção manual das pernas dianteiras, cauda e úbere/testículos. Em certos matadouros de gado bovino o operador trincha o istmo, permitindo que haja mais esvaecimento de sangue antes da eliminação da cabeça. As cabeças deverão ser lavadas, inspeccionadas e, em seguida, marcadas juntamente com todo o material de risco específico e, finalmente, eliminadas. A enxaguadura das cabeças para remover o sangue, para além de provocar aumentos no

consumo de água e a sua contaminação, poderá espalhar impurezas para outras zonas das carcaças.

Os cascos, tradicionalmente, abastecem a manufactura de cola, podendo ter aplicação na alimentação para animais domésticos e produção de fertilizante.

3.1.6 Escaldão em Suínos

No caso específico dos suínos, e durante a etapa do escaldão, as carcaças de suínos percorrem uma série de operações parceladas com o propósito de remover as cerdas. Uma dessas operações permite a passagem das carcaças ao longo de um escaldão estático ou rotativo, com a temperatura da água a situar-se entre 58 e 65ºC, num intervalo de tempo de 3 a 6 minutos, para a extracção das cerdas e unhas.

Sob condições padrão, a qualidade da carne não é afectada pela sujeição às elevadas temperaturas, mas um prolongamento no intervalo de tempo poderá danificar a pele. Para uma melhor depilação é prática usual adicionar à água do escaldão um agente depilatório, por exemplo, o borohidreto de sódio.

A título de curiosidade e segundo o BREF's _ *"Final Draft Reference Document on Best Available Techniques on Slaughterhouses and Animal By-products Industries"*, Comissão Europeia (aprovado em 2003), para matadouros que abatam cerca de 100 suínos por hora, o tanque de escaldão estático padrão deverá medir aproximadamente 4 metros de comprimento, 1,7 metros de largura e 0,8 metros de profundidade e deter uma capacidade para conter cerca de 5500 litros de água. O típico tanque de escaldão rotativo deverá conter à volta de 2500 litros de água, com uma capacidade superior a 14 carcaças. Também poderá haver o auxílio de um sistema de transporte das carcaças ao longo de um tanque com circulação da água em contracorrente e reciclagem.

Métodos alternativos ao escaldão poderão envolver a utilização de vapor condensação. Através do uso de vapor é possível minimizar a contaminação microbiana. O escaldão por condensação/vapor utiliza ar humedecido, de tal modo que o calor é transferido para a superfície da carcaça através da condensação do vapor e o calor e a humidade são

deslocados para o ar do escaldão através da atomização da água quente no fluxo de ar circulante. Deste modo, este processo mantém a temperatura constante e assegura 100% de humidade, de acordo com a variação das cargas, o que é imprescindível para o bom desempenho do escaldão.

3.1.7 Depilação

Efectuado o escaldão, proceder-se-á à depilação manual do animal, em mesa ripada, em inox, provida de tabuleiro/aparador de cerdas e outros.

Nesta fase da depilação poderá ser utilizada uma máquina específica para o corte das cerdas e das unhas das carcaças de suínos. Em algumas destas máquinas são tombadas duas carcaças horizontalmente, ao mesmo tempo, entre dois grupos de borrachas, munidos de *sprays* de água vindos da parte superior, de maneira a remover os pêlos do fundo da máquina.

Neste estádio processual, o animal continua a esvair-se em sangue e a utilização do *spray* de água para a remoção de pêlo contribui para que a carga de CQO das águas residuais tenha tendência a elevar-se.

3.1.8 Chamusco

Após o escaldão as carcaças de suínos são chamuscadas com um maçarico, de forma a remover todo o pêlo residual que não for eliminado pela máquina, a fim de promover uma textura de pele firme e exclusão de microrganismos. A unidade de chamusco aplica usualmente queimadores de gás propano, cauterizando intermitentemente durante cerca de 20 segundos/minuto. Assim, a unidade de chamusco a gás pode consistir em 40 queimadores, os quais estão programados para abrir fogo durante 5 segundos, à medida que cada carcaça entra na unidade. Em alternativa, existem os queimadores a óleo embora, cada vez menos comuns. O período de tempo que leva para completar o chamusco varia entre 5 a 15 segundos, dependendo da proporção de abate. Por sua vez, o grau com que é processado o chamusco é controlado pela quantidade de energia fornecida, chegando a atingir temperaturas entre 900 e 1000ºC.

3.1.9 Formação de Crosta

Depois do chamusco segue-se a passagem das carcaças por uma máquina de raspagem para o polimento da pele e remoção do pêlo chamuscado e outros fragmentos resistentes. O polidor apresenta-se algo semelhante à máquina de remoção do pêlo, funcionando através de séries de borrachas giratórias. É ainda de referenciar a utilização de água, durante esta fase, para o arrefecimento de carcaças, suavização das camadas exteriores da pele e lavagem dos pedaços que permanecem.

3.1.10 Evisceração/Inspecção

A evisceração envolve a remoção manual dos órgãos respiratórios e digestivos. Este acto é realizado por meio do arrancar da bexiga e útero, dos intestinos e mesentérios, do rúmen e outras partes do estômago, do fígado e, após o corte do diafragma, do coração, dos pulmões e da traqueia. Estas vísceras são carregadas para recipientes e devidamente identificadas, para serem sujeitas a inspecção, sendo encaminhadas para a área do seu processamento. O coração, fígado, rins e intestino de não ruminantes são vendáveis para consumo humano, enquanto que o pâncreas tem como destino a indústria farmacêutica para a produção de insulina.

Em alguns países como a Austrália e a Nova Zelândia foram desenvolvidos sistemas automáticos de evisceração de gado bovino e ovino, pelo que, estes sistemas deverão revolucionar a indústria de processamento de carnes, tendo em conta os custos de laboração dos matadouros.

As vísceras, incluindo os pulmões e a traqueia de todos os animais e o primeiro estômago dos bovinos e ovinos, poderão ser empregues na produção da ração para animais domésticos.

A limpeza do conteúdo do primeiro estômago de bovinos e ovinos pode ser efectuada por processos secos ou húmidos. Por meio do processo húmido o corte de abertura do primeiro estômago é realizado em água corrente, produzindo uma pasta/suspensão, a qual é descarregada numa tela e, bombeada para uma área de espera. No processo seco, a abertura do primeiro estômago é realizada sem que haja a intervenção de água, mas a remoção do

seu conteúdo é feita manualmente, sendo o transporte efectuado por meio de um sistema pneumático. Normalmente, esses conteúdos são utilizados como compostos orgânicos para a agricultura após aprovação veterinária.

Embora não seja necessária a lavagem das carcaças na área de evisceração, esta é por vezes levada a cabo nomeadamente se houver contaminação devido ao rompimento das vísceras.

3.1.11 Divisão (Esquartejamento)

Após a evisceração, o gado bovino, os ovinos adultos e as carcaças de suínos são divididos ao longo da coluna vertebral com uma serra. Em seguida, a água é pulverizada sobre a pá de modo a remover quaisquer resquícios de ossos. Por fim, a corda espinal do gado bovino e ovinos adultos é extraída das carcaças e disposta como material de risco específico, como precaução à BSE. Determinados matadouros utilizam um sistema de vácuo que suga o material da coluna vertebral para posterior destruição, havendo outros matadouros em que a remoção do material da coluna vertebral é feita manualmente e a limpeza da cavidade é realizada através de um dispositivo de pulverização/sucção de vapor.

No final deste processo, as carcaças são enxaguadas com água potável de baixa pressão antes da refrigeração ou congelação. De referir que cada estádio da produção de carne é inspeccionado visualmente para manter os padrões de qualidade.

Tratando-se de gado suspeito ou em que se confirme a existência de BSE, no momento do abate as carcaças são bisseccionadas, longitudinalmente, garantindo a estabilidade da coluna vertebral para posterior incineração.

3.1.12 Refrigeração

As carcaças são refrigeradas com o objectivo de reduzir o crescimento microbiano, sendo necessário que as câmaras de refrigeração atinjam temperaturas entre os 0ºC e os 4ºC para baixar a temperatura interna para valores inferiores a 7ºC. Os períodos de tempo de refrigeração dependem do género cárneo a refrigerar, isto é, 24-48 horas para flancos de vaca, 12 horas para carne de cordeiro e 12-24 horas para carcaças de suínos. Estas podem ser rapidamente refrigeradas num túnel de arrefecimento rápido durante cerca de 70

minutos a –20ºC, procedendo-se em seguida à equalização da temperatura para 5ºC durante 16 horas.

3.1.12.1 Descrição da Tecnologia de Refrigeração

O sistema de refrigeração emprega um refrigerante com o intuito de transferir o calor das carcaças para o ar ambiente. Um sistema de refrigeração simples compreende os seguintes elementos:

- Evaporador, no qual o refrigerante se encontra em ebulição a uma temperatura mais baixa do que o produto, por absorção do calor proveniente das carcaças;
- Compressor, o qual condensa o gás gerado no evaporador;
- Condensador, no qual o gás bombeado a elevada pressão pelo compressor é liquefeito;
- Dispositivo de dilatação, o qual reduz a pressão do líquido condensado até à pressão do evaporador;
- Estabelecimento de controlos, como, por exemplo, termostatos;
- Interruptor de alarme de elevada pressão, por exemplo, devido à perda de refrigerante do sistema;
- Dispositivo de protecção do motor do compressor.

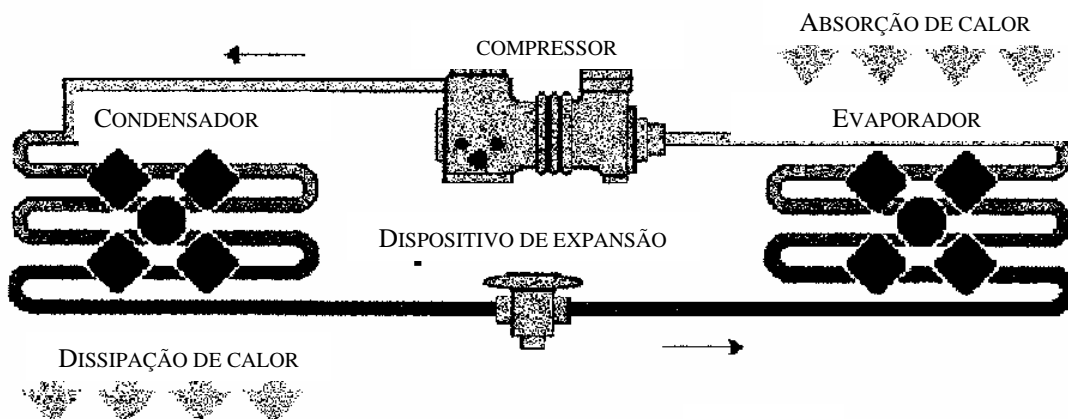



FIGURA 1: Diagrama esquemático de um sistema de refrigeração simples (Extraído do BREF's – "Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries, Comissão Europeia, (aprovado em 2003).

No sistema de refrigeração a quantidade de calor transferido é medida em watts (W). Este sistema opera segundo o princípio de optimização, isto é, quando a potência de entrada mínima alcança a máxima extracção de calor, encontrando-se a expressão que descreve a eficiência do sistema refrigerador equacionada da seguinte forma:

COSP[1] = Capacidade de refrigeração (watts)/ Potência total de entrada do sistema (watts)

Os refrigerantes utilizados com maior frequência incluem a amónia, etilenoglicol e água, R 404 e R 22 (HCFC). A refrigeração de condensadores pode ser realizada através de água ou ar arrefecidos.

3.1.13 Actividades Complementares:

Tratamento de vísceras

Os intestinos de bovinos e ovinos são considerados material de risco específico, de maneira que não podem ser utilizados como invólucro para produtos cárneos, como salsichas, linguiças, etc.

É de salientar que o conteúdo húmido do estômago e intestinais poderão contribuir em 20% do CBO_5 total e 15% de azoto nas águas residuais filtradas de matadouros de bovinos e ovinos. Os suínos têm cerca de 19 metros de intestinos, os quais poderão ser empregues na charcutaria. Por sua vez, a membrana da mucosa do intestino do suíno poderá ser convertida para a indústria farmacêutica. A lavagem da área de processos secundários, isto é, a lavagem de estômagos, limpeza de tripas, etc, induzem à libertação de emissões para as águas, contendo materiais orgânicos e inorgânicos, como por exemplo fósforo, amoníaco, sólidos, óleos e gorduras.

Tratamento de couros/ peles

No caso da salga de peles de ovinos e couros de bovinos, deve proceder-se em primeiro lugar ao seu arrefecimento com água fria ou congelação antes de serem empilhadas e

salgadas, aplicando cloreto de sódio. Decorridos aproximadamente 6 dias, as peles/couros são enfardadas com mais sal, armazenadas a temperaturas de 4ºC ou transportadas para unidades de curtumes para a produção de cabedal.

A indústria de curtimento incentiva o arrefecimento das peles/couros, considerando que a sua salga não deve ser faseada, para permitir uma correcta utilização do sal. A salmoura não é levada a cabo nos matadouros, embora seja realizada em mercados próprios, e a secagem das peles/couros não é realizada na Europa, mas sim em África. A Tabela 4 resume o tipo de tratamento das peles/ couros levado a cabo nos matadouros europeus.

Este método de preservação de peles/couros envolve o emprego de elevadas quantidades de cloreto de sódio e a salinidade daqui decorrente poderá contribuir para a ineficiência das estações de tratamento de águas residuais.

	Lavagem	*Refrigeração*	*Limpeza*	*Salga (NaCl)*	*Salga (KCl)*	*Secagem*	*Preservação em camadas de gelo*	*Irradiação*
Bélgica	Não (4)	Sim (alguns)	Sim	Sim/não	Não	Não	Sim (lenta)	Não
Dinamarca	Não	Por vezes	Por vezes	Por vezes	Não	Não	Por vezes	Não
Finlândia	-				-	-		-
França	Não	Sim (2) bovinos	Sim	Sim (100-150)	Não	Sim (10) caprinos	Sim (50) bovinos	Experimental em bovinos
Alemanha	Não	Não	Sim (Sul)	Sim	Não	Não	Sim	Não
Grécia	-	-	-	Sim	-	-	(pequenos matadouros)	-
Irlanda (1)	Sim (alguns)	Sim (alguns)	Sim (3)	Sim (alguns)	Não	Não	Sim (alguns)	Não
Itália (5)	Sim (10%)	Sim (5%)	Não	Sim (95%)	Sim (5%)	Não	Não	Não
Holanda	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Noruega	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Portugal (1)	Sim	Não	Sim (alguns)	Sim	Não	Não	Não	Não
Espanha (1)	Não	Não	Sim	Sim	Sim/não	Não	Em parte	Não
Suécia	Não	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Não
UK (1)	Sim (algum) (2)	Sim (20%)	Sim (3)	Sim (3-4)	Não	Não	Sim	Não
República Checa	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Pouco	Não

(1) Não confirmado
(2) Os animais demasiado conspurcados são rejeitados para abate.
(3) Os animais com mais de 30 meses de idade são sujeitos à limpeza em matadouros
(4) Frágeis reforços relativos às recomendações de saúde e de segurança.
(5) Nenhum destes processos são aplicados em matadouros de suínos. Os números entre parênteses referem-se ao número de estabelecimentos fabris.

TABELA 4: Exemplos de matadouros europeus que efectuam os processos de tratamento das peles/couros (Adaptado do BREF's – "Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries, Comissão Europeia, (aprovado em 2003).

3.2 ABATE DE AVES

3.2.1 Recepção de Aves

No processo de abate de aves, é fundamental uma correcta higienização das jaulas das aves e dos veículos transportadores entre cada recolha de animais, visando contrariar a disseminação de prováveis contaminações.

O cancelamento do alimento anterior ao carregamento das aves a transportar para o abate, influencia a redução do nível de contaminação fecal durante o transporte. Consequentemente, a quantidade de efluente produzido no decurso das operações de higienização diminui, assim como o conteúdo do papo e da região intestinal.
Geralmente a higienização das jaulas é processada em vários estádios o que permite oferecer várias oportunidades para a reutilização e reciclagem de água. Existem mecanismos de lavagem automáticos, semi-automáticos e manuais.

A luta e o bater de asas das aves durante a sua descarga e pendura contribui para uma quantidade significante de poeiras, cuja remoção é efectuada por ventilação de exaustão e filtros.

3.2.2 Insensibilização e Sangria

Após a estabilização das aves, estas são retiradas das jaulas e penduradas pelas patas na linha de abate. Em seguida, passa-se à insensibilização antes da sangria propriamente dita.

O sistema de insensibilização é constituído por um banho, o qual possui um eléctrodo e uma barra de ferro que, em contacto com a corrente, forma o outro eléctrodo, ficando a ave insensibilizada assim que a cabeça contacta com a água. Atordoada, a ave sangra durante cerca de 2 minutos antes de ser preparada. A sangria pode ser iniciada por um sistema de facas circulares automático. Enquanto as aves vão sangrando penduradas na linha de abate, é feita a recolha do sangue para um túnel. A opção mais económica para a distribuição do sangue é recolhê-lo separadamente. O sistema de recolha de sangue, no caso das aves, é muito semelhante ao sistema das reses.

Como alguns matadouros são permissivos na libertação de todo ou de uma pequena porção de sangue para a sua própria estação de tratamento de águas residuais, esta deverá ter capacidade para tratar elevados índices de CQO e CBO_5.

3.2.3 Escaldão

Após a insensibilização e a sangria, as aves são imersas num tanque para facilitar a realização da etapa seguinte, a depena. Para as aves que têm como destino a congelação, a temperatura do escaldão poderá rondar os 56-58ºC. No caso das carcaças serem vendidas a fresco, a temperatura dos escaldão deverá situar-se num intervalo compreendido entre 50-52ºC, evitando o dano da cutícula e a descoloração da pele.

Logo que as aves entram no escaldão podem defecar, involuntariamente, conduzindo à acumulação de material fecal na água. Aqui, as fezes decompõem-se formando nitrato de amónio e ácido úrico. Assim, estabelece-se um tampão natural mantendo o escaldão a um pH = 6 ao qual as salmonelas são termorresistentes.

3.2.4 Depena

A depena consiste na remoção mecânica das penas através de sucessivas máquinas em linha, logo após a passagem das aves pelo escaldão. Essas máquinas compreendem discos em aço inoxidável que entram em contra-rotação, com dedos de borracha incrustados. O acabamento da depena é feito manualmente para retirar algumas penas que persistam.

No início da depena são instalados pulverizadores de água dentro das máquinas para facilitar a eliminação das penas. Frequentemente, estas são conduzidas para um ponto de recolha centralizado, através de um canal de água localizado por baixo da máquina. Em seguida, as penas podem ser enviadas para compostagem, e ou para co-incineração, juntamente com os detritos das aves em instalações de combustão de grande dimensão. Em alternativa pode ainda haver o emprego de sistemas de recolha de penas secas que utilizam correias de transporte em conjunto com sistemas de ar comprimido ou vácuo.

No final da depena, as carcaças das aves são lavadas através de pulverizadores de água, sendo depois transferidas da área suja para a área limpa do matadouro. De registar que

alguns matadouros apresentam equipamento especializado para remover a queratina das patas com um tratamento de limpeza a 80ºC.

3.2.5 Evisceração

A evisceração acontece a seguir à depena, corte da cabeça e patas, e consiste na remoção do pacote visceral. Na maioria dos locais de produção a evisceração processa-se mecanicamente, embora seja também realizada manualmente nas pequenas empresas.

Nas linhas automatizadas é efectuado um corte ao nível da cloaca, por forma a inserir-lhe um dispositivo em forma de colher retirando as vísceras. Entre as vísceras e as carcaças deve haver correspondência directa de acordo com os requisitos da inspecção *post-mortem*.

3.2.6 Refrigeração

Após a fase da evisceração e da inspecção, a carne fresca de frango deve ser imediatamente lavada e refrigerada em concordância com os requisitos de higiene, a uma temperatura não superior a 4ºC. Existem vários processos de refrigeração, designadamente refrigeradores por imersão, pulverizadores e ar refrigerado.

A *Directiva 92/ 116/ EEC* de 17 de Dezembro de 1992, que corrige e actualiza a *Directiva 71/ 118/ EEC* estabelece os requisitos legais, no tocante aos problemas de saúde que afectam o comércio da carne fresca de frango. As carcaças e partes de carne de frango não devem ser refrigeradas mediante a simples imersão num contentor de água fria. Toda a carne de frango sujeita ao processo de refrigeração por imersão deverá ser inteiramente lavada, quer interna quer externamente, por meio de pulverização e só depois imersa sem atraso. A água de lavagem deve ser potável havendo um consumo mínimo por ave cuja especificação é feita ao nível da legislação da higiene alimentar e saúde pública.

3.2.6.1 Refrigeração por imersão

Neste tipo de refrigeração, as carcaças movimentam-se em contra-corrente relativamente à água, contactando sempre com água potável. Para que tal aconteça, é imprescindível um fluxo de água contínuo e oposto ao movimento da ave. Caso haja mais do que um refrigerador, então o fluxo no primeiro estádio deverá ser maior do que nos restantes,

passando por uma progressiva redução ao longo deles. Com este sistema forma-se na água um composto de sangue, havendo também a deposição de material proveniente das carcaças, dependendo da eficácia do sistema de lavagem de pré-refrigeração e de contra-corrente. Na etapa seguinte, as aves são mergulhadas num banho com a água a uma temperatura situada entre 0 e 1ºC.

O emprego de processos automatizados e a existência de uma certa não uniformidade, no tamanho das aves, dificulta a prevenção da contaminação. Para o processo de refrigeração há que ter em conta algumas condições, como: o volume de água requerida por ave; um número mínimo de tanques e o peso das carcaças.
A tabela seguinte faz um resumo desses requisitos.

	Lavagem de Pré-arrefecimento	***Arrefecimento por imersão***	
Peso de carcaça (kg)	***Volume de água mínimo (l)***	***Caudal total mínimo (l)***	***Caudal mínimo do último tanque, se houver vários (l)***
<= 2,5	1,5	2,5	1
2,5-5	2,5	4	1,5
>=5	3,5	6	2

TABELA 5: Requisitos da refrigeração por imersão das carcaças de frango.

Actualmente, a refrigeração por imersão encontra pouca aplicabilidade na metodologia da refrigeração de carne de aves, porque no decorrer do processo de refrigeração, as carcaças sofrem uma compensação hídrica, de modo que, alguns dos Estados Membros controlam a contaminação microbiológica através da cloragem da água dentro dos limites da sua potabilidade.

3.2.6.2 Refrigeração por pulverização

Por meio deste processo consegue-se evitar a ocorrência de problemas associados à frequente contaminação nos tanques refrigeradores, embora não seja de descurar a probabilidade de disseminação de bactérias através dos aerossóis. Estes deverão funcionar com volumes de água superiores a 1 litro por ave.

3.2.6.3 Refrigeração por circulação de ar

Este sistema é geralmente para as carcaças vendidas a fresco. Esta refrigeração é levada a cabo em câmaras refrigeradoras ou através do movimento contínuo do ar. Este sistema contribui para a redução dos níveis de contaminação sendo três vezes mais eficiente do que a refrigeração por imersão.

A grande maioria dos processadores de carne de frango têm transferência directa para a refrigeração, a qual é realizada através do ar, num túnel de arrefecimento rápido. Através deste sistema demonstra-se haver uma evidente poupança de água, do prolongamento do prazo de validade do produto, para além da preservação do sabor da carne de frango, não obstante a desidratação causada pela circulação do ar.

3.3 HIGIENIZAÇÃO DOS MATADOUROS

Aderindo às boas práticas de higiene, alguns matadouros realizam operações de lavagem das áreas de laboração durante os períodos mortos, com água aquecida durante os períodos mortos. Igualmente, todos os equipamentos envolvidos nos processos devem ser lavados e desinfectados várias vezes ao dia, bem como no fim da laboração, sendo o grau de higienização alcançado dependente de uma combinação de vários factores. Nesse conjunto de variáveis há que referenciar a aplicação dos agentes de limpeza e, nesse âmbito, poder-se-á incluir o tempo de reacção do detergente, a temperatura da água para a lavagem e a aplicação de tratamento mecânico complementando com o emprego de escovas e esponjas.

Na indústria alimentar apenas é permitida a utilização de agentes de limpeza classificados como adequados para a área alimentar, pelo que existe disponível uma panóplia de materiais de limpeza. Alguns deles possuem fórmulas químicas tradicionais e outros são baseados na biotecnologia. Deste modo, há distinção entre materiais de limpeza para problemas específicos, e materiais que são destinados à utilização generalizada. Os detergentes alcalinos dissolvem e quebram as proteínas, gordura, carbohidratos e outro tipo de depósitos orgânicos podendo ter uma acção corrosiva, de modo que se verifica imprescindível a adição de um inibidor. Muitas vezes estes detergentes contêm sódio ou hidróxido de potássio e apresentam um pH que varia entre 8 e 13, dependendo da sua

composição e de determinado grau de diluição. Os detergentes ácidos têm aplicabilidade na dissolução de depósitos de óxidos de cálcio, sendo os mais comuns o ácido nítrico; o ácido clorídrico, o ácido acético e o ácido cítrico.

Actualmente, é frequente a utilização de fosfatos, assim como outros componentes: EDTA[8]; NTAA[9]; citratos e gluconatos.

A escolha do detergente tem influência no tratamento das águas residuais, de tal forma que alguns destes detergentes encontram-se munidos de sistemas para a eliminação de fosfatos.

Os resíduos de detergentes poderão permanecer nas lamas resultantes do tratamento das águas residuais, o que porventura poderá limitar as opções para a deposição dessas lamas para fins agrícolas. Logo, dever-se-á considerar o princípio "causa-efeito" aquando da escolha do detergente, por questões ambientais.

Na prática, constata-se que uma utilização exagerada de água acarreta consequências negativas para a higiene, devido ao facto de que a combinação de um ambiente húmido com a rotatividade das máquinas e com a proximidade das carcaças entre si, contribui para disseminação de contaminações por via directa dos salpicos e aerossóis.

É bastante comum verificar que a dosagem manual dos produtos químicos para limpeza está associada a erros percentuais, de modo que uma dosagem automática contribui decisivamente para impedir a sobredosagem, para além de salvaguardar a saúde e segurança do pessoal exposto às substâncias perigosas e seu manuseio. Assim, através da correcta selecção, substituição e aplicação dos agentes de limpeza há possibilidade de minimizar o seu impacto ambiental.

Por outro lado, as práticas de limpeza arrastam, por exemplo, pedaços de carne, os quais ao entrarem na corrente das águas residuais estão sujeitos a uma deterioração, libertando substâncias de CQO elevado para a solução, juntamente com sólidos e gorduras. Consequentemente, o tratamento destas águas residuais deve ser realizado ao nível da

[8] EDTA= ácido tetracético diamina etileno
[9] NTAA= ácidotriacético nitrilo

própria empresa ou numa estação municipal de tratamento de águas residuais. Para minimizar este problema, uma renovação das práticas de higienização poderá identificar prováveis desperdícios, tanto no consumo de água como na água necessária para o seu aquecimento.

3.4 MELHORES TÉCNICAS DISPONÍVEIS (MTD'S)

Segundo o BREF's _ *"Final Draft Reference Document on Best Available Techniques on Slaughterhouses and Animal By-products Industries"*, Comissão Europeia (aprovado em 2003), tanto as técnicas disponíveis, os níveis de emissões e/ou os consumos àquelas associadas como os limites desses níveis, foram estimados através de um processo repetitivo, envolvendo os seguintes passos:

1. Identificar a "chave" da problemática ambiental referente ao sector de actividade, incluindo: os consumos energéticos, a contaminação das águas, o odor e a destruição do material de alto risco relacionado com a *Encefalopatia Espongiforme Transmissível*, de acordo com o *Regulamento (EC) n.º 1774/ 2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 3 de Outubro de 2002* que estabelece as regras de saúde, no tocante ao destino dos subprodutos de origem animal, inviabilizando-os para consumo humano;
2. Examinar as técnicas mais relevantes, de modo a tratar as "questões chave";
3. Identificar os melhores níveis de desempenho ambiental, tendo em conta os dados disponíveis na União Europeia sobre esta matéria;
4. Examinar as condições segundo as quais se alcançaram esses níveis de desempenho, bem como os custos, as principais forças motrizes envolvidos na implementação das técnicas, etc;
5. Seleccionar as *melhores técnicas disponíveis* *(MTD's)* e os níveis de consumo e/ou emissões a que lhes estão associadas, tendo em conta o *Artigo 2 (11) e o anexo IV da Directiva IPPC*.

Os documentos alusivos às MTD's não são, em si mesmos, imposições obrigatórias, standardizadas e de cariz legal. Destinam-se sim, a fornecer informação para orientação

dos industriais, dos Estados Membros e para o conhecimento público, relativamente aos níveis de consumo e emissões alcançáveis, resultantes da aplicação das técnicas específicas. Deste modo, os valores limite adequados, para qualquer caso, serão determinados segundo os objectivos admitidos pela Directiva da Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (PCIP) e pelas condições específicas de cada local.

No âmbito dos matadouros, as principais incertezas do foro ambiental fixam-se a nível do consumo de água, das emissões de efluentes líquidos ricos em conteúdo orgânico para linhas de água e do consumo energético, incluindo os sistemas de refrigeração e de aquecimento de água. Todavia, as medidas de prevenção de controlo dos níveis de consumo e de emissões são fortemente condicionadas pelo planeamento técnico e operacional de cada processo individual, para o nível de operação de cada unidade. Perante situações em que é impossível evitar consumos e emissões não aceitáveis, a aplicação das MTD's contribuirá para a diminuição do impacto ambiental, aquando da realização dessas práticas técnicas e operacionais.

O *Regulamento ABP 1774/ 2002/ EC* especifica os requisitos exigidos na manipulação, armazenamento, transporte e processamento de subprodutos de origem animal descrevendo as vias legais para a deposição final do material de alto risco.

A aplicação das MTD's não constitui um foco discordante no tocante aos requisitos legais relacionados com a saúde pública, segurança alimentar, saúde ou bem estar animal e segurança no trabalho. Reportando ao bem estar animal, evitando o *stress* e as injúrias perpetradas nos animais vivos, isto é, empregando forquilhas, rampas escorregadiças ou tapumes denteados, consegue-se diminuir o risco de prejuízo para os produtos ao nível das peles assim como através da redução da quantidade de resíduos que lhes estão associados.

CAPÍTULO 4

CARACTERIZAÇÃO DOS EFLUENTES DE MATADOUROS

Os consumos de água e de emissões de CBO_5, CQO e SST, em matadouros e unidades de processamento de subprodutos são normalmente registados por tonelada de carcaça ou por tonelada de subproduto produzido, facilitando a comparação de informação proveniente de várias fontes. Por outro lado, na União Europeia a classificação da capacidade de produção dos matadouros é igualmente efectuada em toneladas por dia de carcaças abatidas e a capacidade das instalações de subprodutos em toneladas por dia de subproduto produzido.

Extraídas do BREF's – "*Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*, Comissão Europeia (2003) são apresentadas algumas tabelas que expressam dados sobre o consumo e emissões provenientes de matadouros de gado bovino, suíno, ovinos/caprinos e de aves:

- ***AR***

As principais emissões gasosas associadas a instalações de abate são as constantes da Tabela 6:

Substâncias emitidas	***Limite de emissões por tonelada de carcaça (kg)*** (sem especificação das espécies e das fontes)
CO_2	22-200
SO_2	0,45-1,1
NO_3	0,29-0,52

TABELA 6: Representação dos valores limite das emissões gasosas provenientes de três matadouros finlandeses (Adaptado do BREF's–Final Draft *Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*, Comissão Europeia, 2003).

- ***ÁGUA***

Em certos matadouros, não se verificam medições no consumo total de água e de energia, sendo os dados de consumo referenciados apenas aos registados nas facturas de pagamento. Alguns matadouros já começam a relacionar o consumo de água e de energia por área de processos e são expectáveis poupanças através de programas de monitorização.

No entanto, devido às exigências veterinárias existe uma grande dificuldade em estabelecer reduções significativas no consumo de água, não havendo a nível comunitário requisitos legais sobre a lavagem das carcaças de grandes animais. Para além disso, constata-se igualmente a existência de requisitos muito limitados para a lavagem de carcaças de carne de frango, estabelecidos como exigências mínimas, em volumes específicos de água, entre a evisceração e o arrefecimento, embora alguns matadouros europeus excedam essas exigências. Assim, foi registado num matadouro dinamarquês, abatendo próximo de 25 milhões de aves por ano, a uma cadência de cerca de 9000 aves por hora, que o consumo mínimo exigido para a “lavagem externa e interna” e para o arrefecimento compreende cerca de 56% do consumo total de água.

As emissões líquidas oriundas de matadouros e que são rejeitadas para o meio hídrico podem ser dividas em: emissões de processo e emissões provenientes de derrames e de fontes pouco definidas. As principais emissões, incluem o material orgânico, o qual contribui para os níveis de CBO_5 e de CQO, e o material inorgânico, como é o caso do amoníaco e do fósforo. A classe de emissões de processo abrange a lavagem de veículos e de carcaças, a higienização da área de produção, assim como as suas actividades a jusante. Estas são consideradas como as principais fontes emissoras de fósforo devido à elevada carga de estrume e de substâncias parcialmente digeridas.

Na Noruega foi verificado que o consumo de água para as lavagens, após o remate do processo de abate, é aproximadamente igual, independentemente do número de animais mortos. Desta forma, considera-se que o consumo de água durante o processo de higienização das linhas de abate é independente do número de animais processados. Em contrapartida, o consumo de água de outras actividades poderá resultar de uma maior

dependência da produtividade operacional, nomeadamente da lavagem de veículos, de carcaças e da limpeza, durante o processo de abate.

Assim, a oportunidade de reduzir o consumo de água em determinadas áreas poderá ser controlada através das exigências de higiene e de qualidade. Caso estes requisitos sejam verdadeiramente excessivos e os clientes e os reguladores sejam sensíveis a este facto, poderá ser equacionado um processo de redução. Confrontando o consumo de água corrente com aquele que é recomendado pelos fornecedores de equipamentos, conseguem-se identificar oportunidades de diminuir o consumo de água nalguns sub-processos nomeadamente higienização, pulverizadores de carne e enxaguadores, escaldão de suínos, lavagem de veículos e abegoarias.

O desenvolvimento de mecanismos automáticos para a preparação de carcaças e a incorporação da lavagem contribui para um excessivo consumo de água em cada estádio e à existência de elevadas quantidades de matéria gordurosa, fecal e sangue como constituintes das águas residuais. As tabelas que seguem procuram evidenciar que a maior percentagem da distribuição da poluição das águas residuais provem dos processos individuais de abate, da limpeza e preparação das carcaças e da higienização das áreas de processamento, em matadouros de gado bovino, ovinos/caprinos e de aves dinamarqueses e noruegueses.

Locais de consumo de água	***%***
Lavagem dos veículos transportadores e abegoaria	~5
Área de abate	40-50
Lavagem e desinfecção dos invólucros incluindo a lavagem das tripas	40-50

TABELA 7: Estimativa percentual da distribuição sectorial do consumo de água em matadouros de gado bovino dinamarqueses (Adaptado do BREF's – "*Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*", Comissão Europeia, 2003).

Locais de consumo de água	*%*
Abate	~80
Corte/desossa	~10
Limpeza dos invólucros	~10

A desossa não é contemplada no BREF.

TABELA 8: Estimativa percentual da distribuição sectorial do consumo de água em matadouros de gado ovino/caprino noruegueses (Adaptado do BREF's – *"Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries"*, Comissão Europeia, 2003).

Locais de consumo de água	*%*
Tanque de escaldão	6
Depena	11
Lavagem interna/externa	9
Refrigeração	14
Lavagem/arrefecimento das vísceras	9
Condensadores de refrigeração	3
Lavagem de caixas	2
Limpeza durante laboração	18
Limpeza após laboração	28

TABELA 9: Estimativa percentual da distribuição sectorial do consumo de água em matadouros de aves dinamarqueses. (Adaptado do BREF's – *"Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries"*, Comissão Europeia, 2003).

- ***RESÍDUOS SÓLIDOS***

Alguns exemplos possíveis de resíduos sólidos são: resíduos resultantes da lavagem de veículos e da abegoaria; subprodutos animais; lamas provenientes de estação de tratamento de águas residuais; embalagens limpas e contaminadas; coberturas protectoras e equipamento. Existem alguns procedimentos de encaminhamento para os resíduos sólidos das estações de tratamento como o aterro, no caso da Grã-Bretanha e a produção de biogás, na Dinamarca. Estudos recentes indicam o estrume como a principal fonte de fósforo nos resíduos sólidos e águas residuais.

- ***ENERGIA***

Alguns trabalhos de investigação em matadouros noruegueses revelaram a existência de consumo energético em períodos não laborais. Não obstante, grande parte da energia consumida converge para o aquecimento e para as operações do sistema de refrigeração. Tal facto aponta para a implementação de técnicas de poupança de energia, mesmo para os períodos inactivos.

Por volta de 1991, diversos estudos realizados na Grã-bretanha revelaram que haveria outras possíveis fontes energéticas definidas como "*specific heating fuel consumption*" (SHC), para além da electricidade. De tal modo que, em Itália, nos matadouros de suínos, 1/3 da energia consumida provém da electricidade e os restantes 2/3 da energia térmica. Contudo, as informações disponíveis não generalizam em que unidades operacionais é possível o emprego de energia eléctrica ou de uma outra fonte.

A tabela seguinte evidencia as fontes de consumo energético num matadouro de suínos dinamarquês.

Fonte energética	***%***
Electricidade	~35
Aquisição de calor	~50
Recuperação de calor	~15

TABELA 10: Representação das várias fontes de consumo de energia num matadouro de suínos dinamarquês de grande dimensão (Adaptado do BREF's – "*Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries", *Comissão Europeia, 2003).

Relativamente aos matadouros de aves há o consumo generalizado tanto, de água fria e congelada como de água a 40, 60 e 82 ºC. Nos países nórdicos, os matadouros de aves caracterizam-se pelo consumo de energia proveniente da electricidade em cerca de 60% e os restantes 40 % a partir de fontes de calor.

- ***ODORES***

Os odores originários de matadouros representam uma das mais controversas questões do foro da poluição ambiental, estando na origem da criação de mecanismos de prevenção e controlo, concretamente nas áreas intensificadas e em ambientes quentes. Geralmente, estes odores estão associados à recolha e armazenagem do sangue, aos conteúdos intestinais, às vísceras não comestíveis, às cabeças, patas, ossos, porções de carne e resíduos de material de risco específico. Outras fontes possíveis de odores poderão encontrar-se na utilização de equipamentos de maceração, na lavagem de vísceras não comestíveis, na manutenção inadequada de estações de tratamento de efluentes e nalgum bloqueio da rede de drenagem devido a pedaços de carne e gordura.

O odor dos dejectos dos animais em abegoarias poderá causar menor incómodo nas áreas intensificadas, embora os requisitos padronizados de higiene e do bem-estar animal exigíveis num matadouro neutralizem os odores mais significativos. Neste sentido, o Comité Europeu de Normalização (CEN) encontra-se a desenvolver um padrão para proceder a medição do odor, designado por, "*prEN 13725:2001-Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*".

- ***RUÍDO E VIBRAÇÕES***

O ruído pode ser definido como qualquer som desagradável, sendo o som um estímulo mecânico capaz de provocar uma sensação auditiva. Quando os trabalhadores estão expostos acima de 105 dB (A), é recomendado o uso de protecção auditiva combinada (auriculares usados em conjunto com tampões). Para valores até 85 dB não são necessárias medidas de prevenção, de 85 a 90 dB são projectadas acções de prevenção, disponibilizando protecção aos trabalhadores, e para valores superiores a 90 dB há a obrigatoriedade de aplicação de protecção. Os níveis de ruído registados durante as horas de laboração e medidos nas imediações do matadouro ou nos estabelecimentos vizinhos encontram-se entre 55-65 dB (A). Os típicos níveis de 40-50 dB (A) e 35-45 dB (A) são registados nos períodos perto do entardecer e de noite, respectivamente. Estes valores estão dependentes de certas condições, tais como: a distância, protecção de equipamentos, repercussões, tempo de operação e atitude local em minimizar os níveis de ruído.

As principais fontes de ruído e de vibrações residem na descarga dos animais e na disposição na linha de abate, no movimento dos veículos, nos compressores de ar, no ar condicionado, nos ventiladores e no corte de carcaças.

4.1 AVALIAÇÃO DOS CONSUMOS DE ÁGUA EM MATADOUROS

No âmbito deste estudo foi feito o levantamento das instalações de abate de animais existentes na zona centro litoral de Portugal através da consulta dos processos de licenciamento existentes na Direcção Regional de Agricultura da Beira Litoral (D.R.A.B.L.), e na Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro

(C.C.D.R.C.) para os processos de licenciamento para a utilização do domínio público hídrico.

Como metodologia as unidades de abate foram classificadas em matadouros de frangos e outras aves, matadouros de suínos, matadouros de bovinos, ovinos e caprinos (denominado como matadouro de reses) e matadouro de coelhos.

4.1.1 Matadouros de Reses

Os matadouros de reses caracterizados neste estudo estão descritos na Tabela 11.

MATADOUROS DE RESES			
Unidade	***Capacidade instalada(ton./dia)***	***Caudal Qd = m3/dia***	***Caudal específico Q esp.=m³/ ton.carcaça***
10 Matadouro de Bovinos, Suínos e Caprinos/ Ovinos	4.040 Bovinos (300 kg) = 5.000 animais Suínos (70 kg) = 26.000 animais Ovinos e Caprinos (10 kg) = 72.000 animais	-	-
3 Matadouro de bovinos, suínos, ovinos e caprinos e leitões	33	Qd= 230	7
22 Matadouro bovinos/suínos caprinos/ovinos	20,2	Qd= 200	10
40 Matadouro de espécie bovina, suína, ovina e caprina	5,8 Bovinos(5x/sem): 11cabeças/d (220kg) Suínos(3x/sem):35cabeças/d (75kg) Ov/Cap.(3x/sem):100cabeças/d (8kg)	Qd=55 Qp=13,75 m3/h	9,5
42	22	Qd=176	8
46 Matadouro de bovinos, suínos, ovinos e caprinos	15,4 60 bovinos(200kg)/d e 40 suínos(65kg)/ d e 100 ovinos(8kg) ou caprinos/dia	Qm= 92 Qp=20,4 m3	6 Bovinos=0,79 Suínos=3,35 Ov./cap.=2,09
38 Matadouro de Ovinos e Caprinos	6 300 animais/dia (90% cabritos e 10% cabras) ou 6.000 kg/dia	Qd =13,3 Qp=5m3/h	2,2

TABELA 11: Representação do caudal específico, ou seja, a quantidade de água dispendida por tonelada de carcaça de animal abatido, nos matadouros de reses situados na região centro litoral de Portugal.

Da análise da Tabela 11 pode ser inferido que o valor de 10 m^3 de água por tonelada de carcaça de animal abatido parece ser um valor possível de representar o consumo específico para matadouro de reses.

É de referir que parece existir um aumento do consumo específico de água com a diminuição do porte do animal considerado (bovinos, suínos e ovinos/caprinos), embora

para o matadouro em que estes consumos são especificados o consumo específico global apresenta um valor relativamente reduzido (cerca de 4 m^3 por tonelada de carcaça abatida).

4.1.2 Matadouros de Suínos

Apesar de nos matadouros de reses poderem ser abatidos suínos, a existência de uma indústria de produtos alimentares com base em carne desta espécie animal, determina a existência de matadouros industriais específicos.

A Tabela 12 apresenta um resumo das características destas unidades, havendo a destacar a existência de matadouros que se dedicam essencialmente ao abate de leitões, considerando a especificidade da região no consumo de leitão assado.

MATADOUROS DE SUÍNOS			
Unidade	***Capacidade instalada (ton./dia)***	***Caudal Qd= m^3/dia***	***Caudal específico Q esp.= m3/ ton***
9 Matadouro de Suínos	150 suínos (70 kg)/ d = 10,5	Qd = 55	5,24
16 Matadouro e assador de leitões	50 leitões (10 kg)/ d = 0,5	-	-
25 Matadouro de suínos	3500 kg/dia ou 50 porcos/dia = 3,5	Qd = 28	8
32 Matadouro de suínos	300 suínos (70 kg) /dia = 21	Qd = 75	3,57
34 Matadouro e processamento de carnes de suínos (salsicharia)	200 suínos / dia = 23,868	Qd = 100 Qmh=12,5 m3/h Qph=24 m3	4,19
39 Matadouro de suínos e leitões	11,4 Suínos = 9000 kg/dia Leitões = 2400 kg/ dia	Qm=70 Qmaximo=90	6,14
48 Matadouro e transf. Carnes de Suínos	7,5 100 suínos/dia (peso médio vivo=100kg e de carcaça=75kg)	Qmd=37,5 Qph=7,5m/h Qpinstantaneo=2,0l/s	5
45			
30 Matadouro com estb.de assar leitões	50 leitões/dia (10 kg) = 0,5	Qd = 5	10

TABELA 12: Representação do caudal específico, ou seja, a quantidade de água dispendida por tonelada de carcaça de suíno abatido, nos matadouros de suínos situados na região centro litoral de Portugal.

Dos dados constantes na tabela acima pode concluir-se que o consumo específico de água em matadouros de suínos pode ser estimado em 5-6 m^3 por tonelada de carcaça.

4.1.3 Matadouros de Aves

Da análise dos processos existentes nas entidades oficiais foi possível classificar os matadouros de aves, existentes na região litoral centro de Portugal, em duas classes tomando como referência a capacidade de abate efectiva (é necessário distinguir entre capacidade de abate efectiva e capacidade de abate instalada conforme definido na Directiva relativa ao IPPC):

- Capacidade de abate inferior ou igual a 10 mil cabeças de animais por dia;
- Capacidade de abate compreendida entre 10 mil e 50 mil cabeças de animais por dia.

O objectivo desta análise é procurar estabelecer padrões de consumo específicos de água característicos destas unidades, que permitam um futuro estabelecimento das condições de consumo em matadouros de aves e, consequentemente, um melhor dimensionamento das unidades de tratamento de efluentes líquidos industriais.

A informação recolhida encontra-se resumida na Tabela 13. Da análise desta tabela conclui-se que, no âmbito dos matadouros com uma capacidade de abate inferior ou igual a 10 mil aves por dia o caudal específico médio pode ser estimado em 10 litros de água por carcaça abatida, enquanto que, para os matadouros cuja capacidade de abate se situa entre as 10 mil e as 50 mil aves por dia, o caudal específico assume um valor médio de 12 litros de água gasta por carcaça abatida.

A unidade de referência adoptada foi a ave abatida, tendo em consideração uma certa uniformização e padronização no tamanho e peso das aves abatidas. Actualmente, e com a introdução de outro tipo de hábitos de consumo (por exemplo frango do campo), a metodologia poderá ter de ser revista, passando a unidade de referência a considerar a ser o quilograma ou a tonelada de ave abatida.

MATADOUROS DE AVES				
Unidade	***Capacidade instalada (aves/dia)***	***Caudal Qd=m³/ dia***	***Caudal específico Q esp.= dm³/animal***	***N.º de trab.***
Capacidade de abate <= 10 mil cabeças				
1	6.000	Qd= 150	25	***83***
18	1.000	Qd= 10	10	-
4	2.400	Qd= 24 Qmh= 1 m3/h	10	-
5	2.400	Qd= 24 Qmh= 1 m3/h	10	6
21	3.600	Qd= 36 Qmh=1,50 m3/h	10	-
26	7.619	Qd= 11	1,44	35
28	10.000	Qd= 100 Qmh=4,2 m3/h Qp=20 m3/h	10	12
36	4.500 (1kg a 1,1 kg)	Qd= 22 70.000 l/dia	4,88	12
43	46 perus (10kg)	-	-	-
10 mil cabeças < Capacidade de abate < 50 mil cabeças				
2	40.000	Qd= 480	12 l	143
6	32.000	Qd= 400	12,5	
19	48.000	Qd= 200	4,17	68
20	15.000	Qd= 180 Qm= 7,5 m3/h	12	-
29	25.000	Qd= 250 Qp=30 m3/h	10	90
37	-	Qmh= 5,1 m3/h 1,41l/seg.	-	10
41	34.000	Qd= 500 (12 h de funcionamento) Qp=70 m3/h	14,7	-
47	22.000 (p.médio=1,3kg)	Qd= 132 (considerando 5 dias/ semana)	6	124
49	15.700	Qd=100	6,37	55
17	22.400	Qd=200	9	-
44	24.500	Qd=324	13,2	-

TABELA 13: Características de consumo de água em matadouros de aves na região centro litoral de Portugal.

4.1.4 Matadouros de Coelhos

Dada a existência de matadouros desta espécie animal e a especificidade deste tipo de abate foi decidido individualizar este tipo de unidade em termos de consumos específicos.

Da análise dos dados constantes da Tabela 14 pode ser considerado um valor de 1-2 m^3 de água por tonelada de carcaças abatidas.

MATADOUROS DE COELHOS			
Unidade	***Capacidade instalada (ton./dia)***	***Caudal Qd = m3/ dia***	***Caudal específico Q esp. = m3/ ton.***
7 Centro de abate de Coelhos	8.590 kg/ dia = 3.000 coelhos /dia 8,6	Qd= 18 Qmh= 1,40 m3/dia	2,09
8 Abate e Comercialização de Coelhos	15.000 coelhos/ semana = 7,5	Qd = 5,1	0,68

TABELA 14: Representação do caudal específico, ou seja, a quantidade de água dispendida por tonelada de carcaça de animal abatido, nos matadouros de coelhos situados na região centro litoral de Portugal.

4.2 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS EFLUENTES

Conforme já referido anteriormente as águas residuais provenientes de matadouros caracterizam-se por conter compostos orgânicos (sangue, proteína, gordura, sólidos em suspensão, compostos azotados) de biodegradabilidade variável. A relação típica de C:N (expressa como CBO_5:azoto total) é de 7-9:1.

Estando fora do âmbito deste trabalho a realização de um estudo de caracterização físico-químico dos efluentes gerados nos diferentes tipos de matadouros, foi decidido utilizar a informação recolhida dos processos de pedido de licença de utilização do domínio público hídrico por parte das entidades fabris para estabelecer valores médios que possam ser considerados representativos para os diferentes parâmetros disponíveis. Os resultados dessa pesquisa são apresentados a seguir, tendo a análise sido efectuada por tipo de animal abatido.

4.2.1 Matadouros de Reses

Para o caso dos matadouros de reses, e por análise dos valores constantes da Tabela 15 as características médias do efluente são as seguintes:

- CBO_5 = 3000 mg/l
- CQO = 5000 mg/l
- Óleos e Gorduras = 3500 mg/l
- SST = 3000 mg/l

MATADOUROS DE RESES					
Unidade	Parâmetros				
	CBO_5 (mg/ l O_2)	SST	Óleos e Gorduras	CQO	SSV
	mg/l				
22	2525	2525	101	-	-
38	1900	2120	-	-	-
40	1800	2500	-	2500	-
42	2500	3000	3500	4000	-
46	1800	2100	500l	4000	-

TABELA 15: Principais características dos efluentes de matadouros de reses localizados na região centro litoral de Portugal.

4.2.2 Matadouros de Suínos

Da análise da Tabela 16 pode inferir-se que as principais características do efluente de um matadouro de suínos são as seguintes:

- CBO_5 = 1800 mg/l
- CQO = 3000 mg/l
- Óleos e Gorduras = 500 mg/l
- SST = 1500 mg/l

MATADOUROS DE SUÍNOS					
Unidade	Parâmetros				
	CBO_5 (mg/ l O_2)	SST	Óleos e Gorduras	CQO	SSV
	mg/l				
9	1800	-	-	-	-
25	2000	1000	300	-	-
30	1500	1500	750	-	-
34	1000	750	400	1800	-
39	371,4	21,4	7,1	52,9	-
48	1600	-	120	-	-

TABELA 16: Principais características dos efluentes de matadouros de suínos localizados na região centro litoral de Portugal.

4.2.3 Matadouros de Aves

Da análise dos processos consultados para matadouros de aves foi possível construir a Tabela 17. Da sua análise verifica-se que não existe correlação evidente da dimensão dos matadouros com o CBO_5, apesar deste parâmetro apresentar uma gama de variação significativa (200 – 3000 mg/l).

MATADOUROS DE AVES					
Unidade	***Parâmetros***				
	CBO_5 (mg/ l O_2)	***SST***	***Óleos e Gorduras***	***CQO***	***SSV***
	mg/l				
1	900	1212	382	-	-
2	800	34	65	-	31
4	1500	1500	17000	-	-
5	1500	1500	17000	1800	-
6	200	50	40	400	80
17	980	-	-	-	-
18	1200	1200	-	1700	-
19	800	33	176	3650	-
20	1000	1000	100	-	-
21	1000	1000	472	-	-
28	1200	1200	700	-	-
29	1750	1200	1000	2500	-
36	Não há referência dos valores				
41	2.000-3.000	1300-1820	300-1000	3400-5000	-
44	2185	1277,7	140	-	-
47	1165 (à entrada da 1ª lagoa).	-	-	-	-
49	1100	948	-	-	-

TABELA 17: Principais características dos efluentes para os matadouros de aves localizados na região centro litoral de Portugal.

No entanto, da análise da mesma tabela pode inferir-se como características médias para efluentes de matadouros de aves as seguintes:

- CBO_5 = 1500 mg/l
- CQO = 2500 mg/l
- Óleos e Gorduras = 2500 mg/l

CAPÍTULO 5

DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS NO SECTOR DE ABATE DE ANIMAIS

5.1 INTRODUÇÃO

O principal objectivo dos sistemas de tratamento das águas residuais, no sector de abate de animais, é assegurar o tratamento adequado do efluente industrial de modo a que este, ao ser lançado no meio ambiente, não provoque danos de ordem sanitária, estética ou ecológica. Por conseguinte, o efluente tratado deve ter uma qualidade superior em conformidade com os valores limitativos dos parâmetros mais importantes permitindo salvaguardar a saúde, a qualidade de vida e o conforto da população, bem como a defesa dos ecossistemas e dos recursos naturais. O cumprimento desse objectivo implica a remoção duma determinada quantidade de poluentes existentes nas águas residuais afluentes, mediante a utilização de operações e processos tecnológicos, cujo conjunto se designa de “tratamento da fase líquida”. Deste tratamento resultam resíduos que se intitulam de “fase sólida”.

5.2 TÉCNICAS POSSÍVEIS DE SISTEMAS DE TRATAMENTO

Considerando que os efluentes líquidos produzidos nas unidades industriais de abate de animais caracterizam-se pela sua elevada carga em matéria orgânica biodegradável, a sua remoção poder-se-á efectuar biologicamente, à custa de uma população bacteriana que necessita dessa matéria orgânica para se alimentar e reproduzir, na presença ou ausência de oxigénio. Outra hipótese será o processamento químico à custa da adição de reagentes químicos.

A digestão anaeróbia é um processo de tratamento biológico aplicável a efluentes bastante concentrados em matéria orgânica, levando à produção de biogás convertido em energia eléctrica e térmica, sendo efectuado na ausência de oxigénio. Para além disso, origina um efluente que deverá ser sujeito a uma depuração mais profunda, devido à presença de matéria sólida finamente dividida e de carga orgânica ainda elevada.

Por sua vez, os sistemas aeróbios são os processos de tratamento biológico mais comuns de aplicação, evidenciando-se três técnicas básicas, as quais variam com o modo como os microrganismos se encontram no meio: meio fixo (leitos percoladores); meio suspenso (tanque de arejamento ou vala de oxidação); relação simbiótica natural entre algas, bactérias e as trocas gasosas directas com o meio ambiente (lagunagem).

Os leitos percoladores são facilmente colmatáveis, nomeadamente na presença de gorduras, para além do facto de se traduzir numa obra de engenharia dispendiosa, embora com custos de exploração baixos.

O sistema aeróbio em meio suspenso agrega um sistema depurador pelo processo de lamas activadas, que permite a oxidação da carga orgânica por microrganismos havendo a necessidade de fornecimento de oxigénio através de arejamento do líquido. Este é um processo de elevada eficiência desenrolando-se, quer em tanques de arejamento, quer em valas de oxidação, dependendo do espaço disponível e do seu custo.

A lagunagem é uma técnica de depuração de efluentes biodegradáveis bastante divulgada e eficiente. No que diz respeito ao seu funcionamento, utilizam as trocas gasosas com o ar atmosférico e a relação simbiótica natural entre as algas e as bactérias. Sendo uma técnica simples, eficiente e económica, em termos de instalação e manutenção, não exige encargos energéticos significativos. Em contrapartida, é necessário disponibilizar grandes áreas de terreno.

O sistema de coagulação-floculação é um sistema de tratamento físico-químico, bastante divulgado no tratamento de efluentes de matadouros e no qual, por meio da adição de reagentes químicos (coagulantes e polielectrólitos), formam-se flóculos de grandes

dimensões removíveis por flotação ou sedimentação. Assim, removem-se as cargas orgânicas e sólidas. Este tipo de tratamento físico-químico é frequentemente aplicado como pré-tratamento, com o objectivo de reduzir a sobrecarga da parte biológica de uma estação depuradora.

Na concepção geral de qualquer estação de tratamento surge a necessidade de considerar alguns aspectos importantes, tais como:

i. Nível de tratamento requerido para a fase líquida;
ii. Condicionamentos resultantes do destino final a dar aos resíduos oriundos do tratamento da fase líquida;
iii. Grau de fiabilidade exigido ao tratamento, condicionado pelos objectivos de qualidade do meio receptor;
iv. Área, topografia e geometria dos terrenos disponíveis para a implantação da estação;
v. Características geológicas e hidrogeológicas dos terrenos de implantação;
vi. Optimização da capacidade de utilização das tecnologias gerais de tratamento à disposição do projectista;
vii. Acessos aos locais de implantação;
viii. Infraestruturas de abastecimento de água e de energia;
ix. Localização do emissário afluente;
x. Localização do ponto de descarga.

As estações de tratamento aplicam meios tecnológicos que se classificam em:

i. TRATAMENTOS BIOLÓGICOS ARTIFICIAIS;
ii. TRATAMENTOS BIOLÓGICOS NATURAIS;
iii. TRATAMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS.

Após uma avaliação técnico-económica das várias categorias de tratamento escolher-se-ão, em caso de equivalência meritória, os tratamentos biológicos naturais. Mas, qualquer que seja a categoria eleita, os níveis de tratamento aplicáveis aos afluentes são classificados e definidos da seguinte forma:

i. TRATAMENTO PRELIMINAR – remoção de sólidos grosseiros, gorduras e areias;

ii. TRATAMENTO PRIMÁRIO – remoção de sólidos suspensos facilmente decantáveis e matérias flutuantes;
iii. TRATAMENTO SECUNDÁRIO – remoção de matérias orgânicas em solução e suspensão;
iv. TRATAMENTO TERCIÁRIO – remoção de poluentes que não são afectados pelos tratamentos primário e secundário, ou só o são parcialmente.

Com efeito, toda esta classificação dos tratamentos assenta na concretização de algumas operações e processos que são aplicáveis à generalidade das situações para a obtenção dos níveis de tratamento dos afluentes definidos anteriormente, de modo que:

i. TRATAMENTO PRELIMINAR – operações físicas (gradagem, trituração, retenção de gorduras, desareação e equalização);
ii. TRATAMENTO PRIMÁRIO – operações físicas (floculação, sedimentação e flotação);
iii. TRATAMENTO SECUNDÁRIO – processos biológicos (discos biológicos, leitos percoladores, lamas activadas e lagunagem) e processos físico-químicos (precipitação química);
iv. TRATAMENTO TERCIÁRIO – operações físicas (filtração e microtamisagem), processos biológicos (lagunagem e tratamento no solo) e processos químicos (precipitação química, adsorção, desinfecção e outros).

Relativamente às operações e processos aplicáveis aos níveis de tratamento dos resíduos, poderão ser considerados os seguintes:

i. ESTABILIZAÇÃO – processos biológicos (digestão anaeróbia e aeróbia), processos químicos (estabilização química) e processos térmicos (autoclavagem e congelação);
ii. DESIDRATAÇÃO – processos físico-químicos (filtração e centrifugação) e secagem ao ar (leitos de secagem e lagoas).

No Quadro 1 são evidenciadas algumas das técnicas de tratamento de águas residuais em matadouros com indicação das principais vantagens e desvantagens. Contudo, somente duas dessas técnicas de tratamento são apresentadas mais pormenorizadamente dado serem

aquelas que se encontram mais divulgadas, ao nível dos matadouros da região centro litoral de Portugal, conforme poderá ser comprovado na parte final deste capítulo.

Método	*Aplicação*	*Principais Vantagens*	*Principais Desvantagens*
Lagunagem	∗ Remoção de carga orgânica e sólidos em suspensão.	∗ Baixo investimento e simplicidade de operação e manutenção; ∗ Fácil adaptação à área existente; ∗ Elevada eficiência na remoção de microrganismos patogénicos.	∗ Grandes áreas de ocupação; ∗ Eventual presença de sólidos em suspensão (algas); ∗ Fonte de maus cheiros e proliferação de mosquitos.
Lamas Activadas	∗ Remoção de carga orgânica e sólidos em suspensão.	∗ Elevada eficiência com fácil operação e manutenção e flexibilidade no controlo; ∗ Reduzidas áreas de ocupação.	∗ Elevado investimento; ∗ Elevados custos de exploração (energia eléctrica ou oxigénio puro).
Leitos Percoladores	∗ Remoção de carga orgânica e sólidos em suspensão.	∗ Reduzidas áreas de ocupação; ∗ Elevada eficiência.	∗ Possibilidade de colmatagem rápida (grande exigência de manutenção); ∗ Possível fonte de maus cheiros e proliferação de mosquitos.
Digestão Anaeróbia	∗ Pré-tratamento de efluentes orgânicos com produção de biogás.	∗ Produção de biogás que poderá ser utilizado como fonte energética; ∗ Elevada eficiência na sedimentação de sólidos suspensos.	∗ Elevada corrosão pelos gases que produz; ∗ Risco de explosão quando se armazena o gás produzido; ∗ Possível fonte de maus cheiros e proliferação de mosquitos.
Tratamento Físico-Químico	∗ Tratamento de efluentes inorgânicos e pré-tratamento de efluentes orgânicos.	∗ Elevada eficiência na remoção de sólidos suspensos; ∗ Compactação e flexibilidade do sistema.	∗ Reduzida eficiência na eliminação da carga orgânica; ∗ Elevados custos de exploração (produtos químicos).

QUADRO 1: Síntese dos aspectos fundamentais a considerar relativamente às principais tecnologias de tratamento das águas residuais de um matadouro.

5.2.1 Tratamento de Águas Residuais Industriais por Lagunagem

Dentre os métodos conhecidos para o tratamento das águas residuais que envolvem tecnologias de reduzido custo energético e simultaneamente eficiente, encontra-se a lagunagem que consiste num conjunto de sistemas, o qual "considera uma massa de água, de profundidade reduzida, contida numa bacia de terra de dimensão controlada e onde nela se desenvolvem processos similares aos da autodepuração natural" (Oliveira, F. J., 1995).

Assim e, de acordo com (Oliveira et al., 1989) considera-se que a lagunagem, mais do que um sistema de tratamento, comporta-se como um processo de reciclagem, para reutilização posterior das águas residuais. Relativamente à sua eficiência, esta depende da capacidade de depuração biológica que é optimizada na presença de efluentes facilmente biodegradáveis e em condições ecológicas propícias. Em contrapartida, em situações menos vantajosas, a lagunagem apresenta-se eficiente, enquanto sistema de eliminação de

compostos orgânicos e dos organismos patogénicos residentes nas águas residuais, para além da sua reutilização associada a explorações agrícolas, florestais ou de aquacultura.
A lagunagem usufrui da relação simbiótica natural entre as algas e as bactérias expressa na Figura 2.

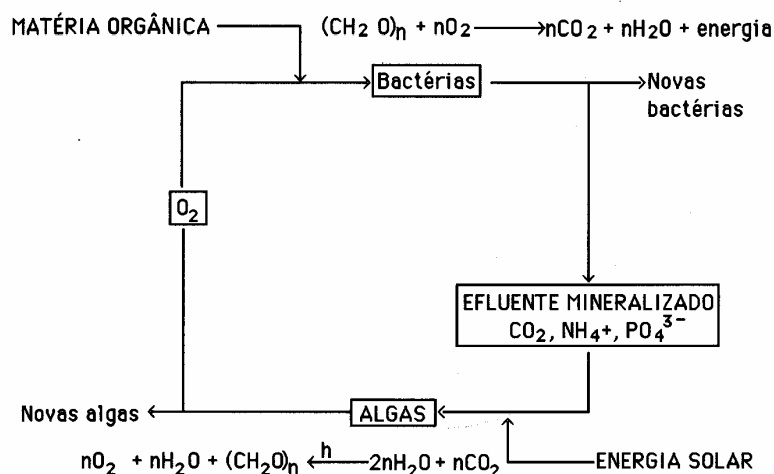



FIGURA 2: Relações de simbiose entre algas e bactérias (Oliveira Santos, F. J., 1995).

Segundo Max Lothar Hess, "a lagunagem não se pode classificar, porém, como um simples processo de tratamento secundário, aumentando muito rapidamente o número de lagoas para tratamento terciário" (Lobato de Faria *et al.*, 1981). Todavia, a partir do momento que se assegure uma adequada exploração, este processo de tratamento, antecedido duma criteriosa elaboração do projecto com uma equipa multidisciplinar e com uma boa construção, responde favoravelmente aos desafios do presente e do futuro apresentando-se bastante promissor na resolução dos problemas de tratamento de águas residuais.

Alguns autores (Torreta, 1995; Pescod, 1996; Hamilton *et al.*, 2002), consideram que o princípio de funcionamento das lagoas de estabilização reside na depuração da carga contaminante característica dos efluentes brutos, tendo em conta a ocorrência de um vasto conjunto de processos bioquímicos e físicos durante a sua permanência nestas estruturas.

As lagoas de estabilização são tanques de elevadas dimensões e de pequena profundidade, com longos tempos de retenção, em que a estabilização da matéria orgânica se realiza por processos naturais decorrentes da actividade simbiótica de algas e bactérias. Estas lagoas constituem um método de tratamento de águas residuais bastante promissor em regiões de clima temperado ou quente, embora esta condição não seja indispensável (Sousa *et al*., 1981).

Este método de tratamento conduz, por um lado, a um menor investimento ao nível de instalações, de exploração e de manutenção e, por outro, a uma maior eficiência na destruição de microrganismos patogénicos relativamente a outros métodos convencionais de tratamento (leitos percoladores, lamas activadas, etc.). De referir, ainda, que as lagoas de estabilização suportam variações consideráveis de carga orgânica e hidráulica sem comprometer a qualidade do efluente final. É de acrescentar que não se demonstra haver a necessidade de grande qualificação técnica do pessoal responsável pela exploração e manutenção (Sousa *et al*., 1981).

As lagoas anaeróbias caracterizam-se por recepcionarem cargas orgânicas bastante elevadas de forma a impedir a permanência de oxigénio dissolvido na massa líquida, sendo por isso adequadas para o tratamento de efluentes do sector pecuário. As lagoas anaeróbias destinadas ao tratamento de águas residuais pecuárias situadas em regiões com clima temperado, deverão funcionar com uma carga orgânica volúmica diária compreendida entre os 0,05 e os 0,06 kg SV/m^3. Nas regiões com uma temperatura média anual mais elevada, é admissível que os valores de carga orgânica volúmica rondem os 0,1 kg SV/m^3 (Ribeiro Santos, R., 2003).

Segundo Metcalf & Eddy os critérios para o dimensionamento das lagoas de estabilização baseiam-se de acordo com os valores dos parâmetros apresentados na Tabela 18.

5.2.1.1 Vantagens e Inconvenientes da Lagunagem

As principais vantagens da lagunagem são:

- A percentagem de remoção em CBO_5 aproxima-se dos níveis atingidos pelos processos convencionais de tratamento biológico, com custos totais mais baixos e simplicidade de exploração e manutenção, de tal modo que não se exigem operadores com elevada qualificação técnica.
- A resistência a choques de carga orgânica e hidráulica é elevada, devido à grande inércia do processo, conferida pelos elevados tempos de retenção hidráulica nas lagoas. Este facto é de extrema importância quando se trata de tratamentos de águas residuais industriais, nos quais seja de esperar variações pontuais de carga orgânica e de caudal.
- O dimensionamento das lagoas pode ser feito de modo a permitir um ajuste do rendimento do tratamento, dado que aliada às grandes áreas e às pequenas profundidades dessas lagoas de estabilização está a possibilidade de dimensionar os órgãos de descarga de modo que o nível de água oscile. De facto, a uma pequena variação do nível de saída corresponde uma variação significativa dos tempos de retenção hidráulico e, como consequência, uma alteração do rendimento do tratamento do processo.

	TIPO DE LAGOAS		
PARÂMETROS	***AERÓBIA DE MATURAÇÃO***	***ESTABILIZAÇÃO***	***ANAERÓBIA***
Fluxo	Intermitente misto	Camada superficial mista	-
Dimensões (ha)	0,8-4	0,8-4	0,2-0,8
Processo de funcionamento	Série ou paralela	Série ou paralela	Série
Tempo de retenção(dias)	5-20	5-30	20-50
Profundidade (m)	0,9-1,5	1,2-2,4	2,4-4,9
PH	6,5-10,5	6,5-8,5	6,5-7,2
Intervalo de temperatura (ºC)	0-30	0-50	6-50
Temperatura óptima (ºC)	20	20	30
Carga em CBO_5 (kg/ha.d)	<=17	56-202	224-560
Eficiência de remoção de CBO5 (%)	60-80	80-95	50-85
SS (mg/l)	10-30	40-60	80-160

TABELA 18: Representação dos valores típicos de alguns parâmetros a considerar nos critérios de dimensionamento das lagoas de estabilização (Adaptado de Metcalf & Eddy, 1991).

No que concerne às questões mais desfavoráveis decorrentes da aplicação de lagoas de estabilização referenciam-se as seguintes:

- Áreas de ocupação de elevadas dimensões relativamente aos sistemas de tratamento biológico convencionais. As grandes áreas que são necessárias a este processo de tratamento conduzem a custos avultados de aquisição de terrenos, o que pode tornar-se pouco competitivo, por razões de ordem económica. Porém, a última decisão dependerá sempre de um estudo económico comparativo das alternativas tecnicamente viáveis.

- Os efluentes oriundos das lagoas de estabilização contêm, por vezes, alguma percentagem de algas à mistura. De facto, um dos principais inconvenientes das lagoas de estabilização encontra-se relacionado com as quantidades apreciáveis de algas no efluente final, as quais representam um nível elevado de sólidos em suspensão e de carência bioquímica de oxigénio para o meio de receptor. Deste modo, para fazer face ao cumprimento das normas de lançamento de efluentes líquidos, cada vez mais exigentes no tocante aos sólidos em suspensão e à carência bioquímica de oxigénio, têm vindo a ser desenvolvidas técnicas para preencher essas lacunas, citando-se as seguintes: microtamisação, coagulação-floculação, filtros de areia e de brita. Este aspecto funcional do sistema de lagunagem pode colocá-lo num plano económico pouco competitivo.

- Aparecimento de maus odores e provável proliferação de mosquitos. A situação da ocorrência ocasional de maus odores deve-se principalmente, à produção de gás sulfídrico (H_2S) e ao crescimento exacerbado de algas. A produção de gás sulfídrico depende das seguintes variáveis: carga orgânica superficial aplicada; concentração de sulfatos nas águas residuais; concentração de oxigénio dissolvido; radiação solar; temperatura; potencial de oxidação - redução.

No que diz respeito à remoção de microrganismos patogénicos, considera-se haver na lagunagem maior eliminação comparativamente a qualquer outro método de tratamento. As causas da obtenção de elevados rendimentos podem estar relacionadas com os elevados tempos de retenção, onde os microrganismos se deparam com condições de “habitat”

adversas, nomeadamente a temperatura, a concorrência vital disputada com outros organismos adaptados ao meio e o efeito germicida dos raios ultra-violeta.

5.2.1.2 Domínios de aplicação da lagunagem

Os vários géneros de lagoas de estabilização são de grande utilização ao nível do tratamento das águas residuais comunitárias e/ou industriais, isoladamente ou combinadas (série e/ou paralelo). A Figura 3 ilustra algumas das prováveis associações de lagoas utilizadas no tratamento de águas residuais por lagunagem.

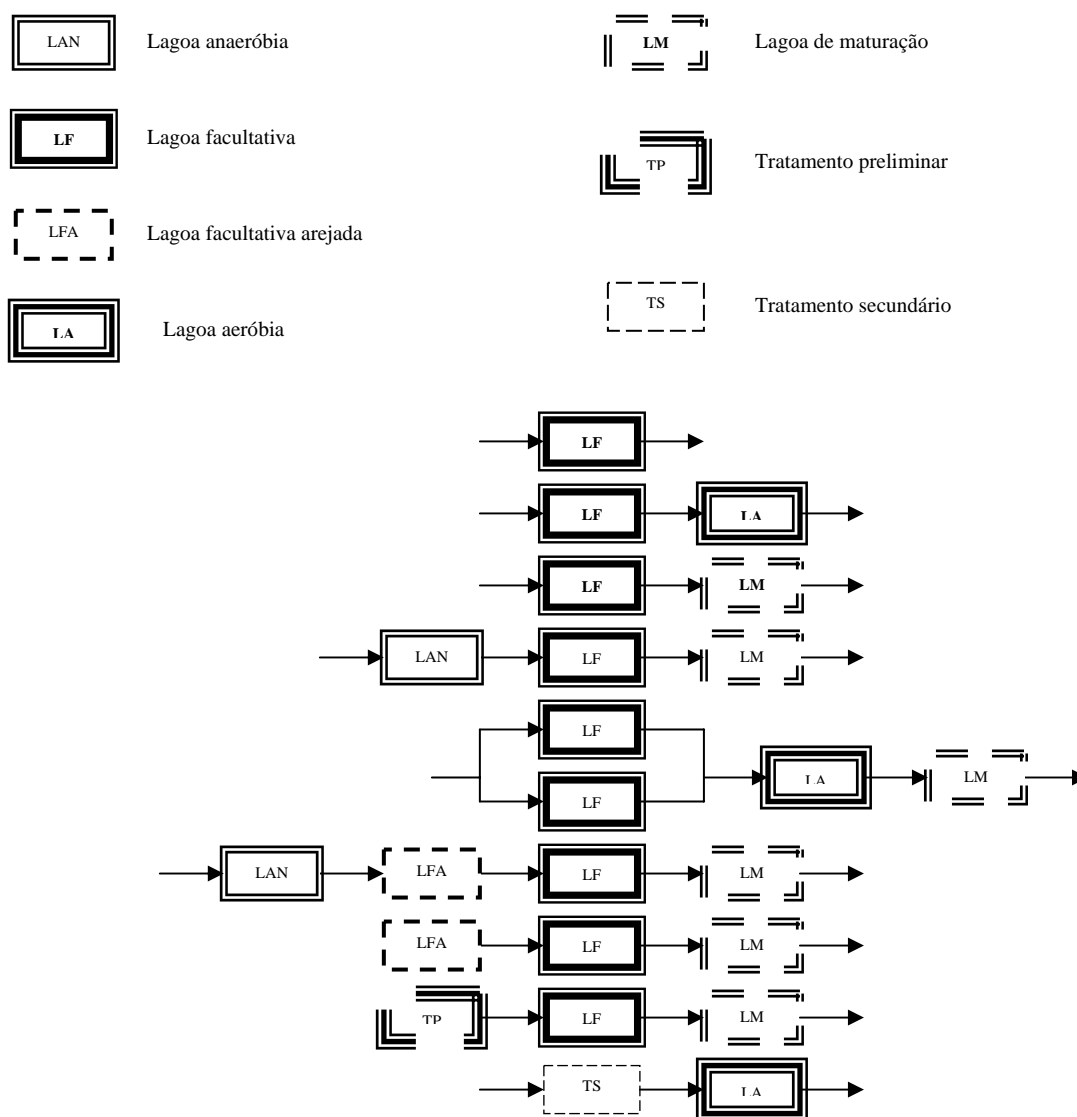



FIGURA 3: Associações mais utilizadas no tratamento de águas residuais por lagunagem.

No Quadro 2 é apresentada uma análise sumária das principais características e aplicações das lagoas de estabilização. Com efeito, verifica-se que o emprego de lagoas de estabilização no tratamento de águas residuais industriais apresenta um amplo leque de indústrias, sendo de destacar as do sector alimentar nomeadamente as indústrias de conservas de legumes e frutas, lacticínios, matadouros, aviários e de produção suína.

TIPO DE LAGOA	*CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES*
ANAERÓBIA	• Existem condições anaeróbias em toda a lagoa, exceptuando a camada superficial muito pequena. Aplicam-se no tratamento de águas residuais orgânicas com elevada carência bioquímica de oxigénio (CBO_5) e grande concentração de sólidos em suspensão (SS) no afluente. Numa associação de lagoas em série localizam-se a montante das lagoas facultativas e/ou aeróbias.
FACULTATIVA	• Existem três zonas na lagoa. A cada uma delas está associada uma forma diferente de degradação e estabilização da matéria orgânica. Na zona superior predomina a actividade simbiótica de algas e bactérias, na qual o oxigénio é fornecido pela fotossíntese e pelo rearejamento superficial. Na zona inferior, os sólidos acumulados são activamente decompostos por bactérias anaeróbias. Na zona intermédia actuam as bactérias facultativas. Aplicam-se ao tratamento de águas residuais domésticas e industriais, por vezes após gradagem ou sedimentação primária, ou ainda a jusante de lagoas anaeróbias.
AERÓBIA	• Existem condições aeróbias em toda a lagoa. Aplicam-se ao tratamento de efluentes de tratamento secundário (leitos percoladores e lamas activadas) ou a jusante das lagoas facultativas.
MATURAÇÃO	• Funcionamento idêntico ao das anteriores, mas em que o principal objectivo é remover os microrganismos patogénicos e coliformes.
FACULTATIVA AREJADA	• Idêntica à Facultativa, mas em que o oxigénio para a estabilização aeróbia da matéria orgânica é fornecido por meios mecânicos (turbinas de arejamento). Em geral na zona aeróbia deixa de existir actividade fotossintética.

QUADRO 2: Resumo das principais características e aplicações das lagoas de estabilização.

Porém, não tomando em consideração as características físicas, químicas e biológicas das águas residuais sujeitas a tratamento, constata-se que a questão da localização é o factor crítico da aplicação da lagunagem, visto que obriga à ocupação de grandes áreas de terrenos disponíveis. No caso do meio receptor ser uma linha de água, o local de implantação das lagoas deverá situar-se longe do alcance da cota máxima de cheia.

Outro factor condicionante são os ventos dominantes, dada a ocorrência esporádica de maus odores. Nesse caso, é desejável que os ventos tenham a orientação no sentido do aglomerado populacional para a lagoa, associado à existência de uma distância mínima aos aglomerados populacionais.

Por fim, há a considerar mais outro factor que condiciona o emprego da lagunagem, e que está relacionado com a natureza do terreno, devendo ser excluídos os terrenos rochosos. De

facto, a textura do solo deve ser fina, preferencialmente do tipo argiloso ou de permeabilidade reduzida. No caso desta última condição não se cumprir, é necessário realizar a impermeabilização das lagoas, evitando os riscos de contaminação das águas subterrâneas, o que em contrapartida agrava consideravelmente os encargos da instalação.

5.2.2 Tratamento de Águas Residuais Industriais por Lamas Activadas

O sistema de tratamento por lamas activadas, quando inserido numa estação de tratamento de águas residuais é normalmente precedido por outros sistemas/ processos de tratamento, nomeadamente: gradagem, tanque de equalização, remoção de gorduras e decantação primária. Assim, antes de o sistema de lamas activadas propriamente dito, ser objecto de uma descrição detalhada será efectuada uma breve descrição dos outros processos de tratamento acima referenciados.

5.2.2.1 Gradagem

A gradagem é das primeiras unidades operacionais a encontrar nas estações de tratamento das águas residuais, e cujo principal objectivo é o de estabelecer a remoção de materiais grosseiros existentes nos fluxos de águas residuais. A existência de tais materiais poderá provocar danos nos equipamentos, reduzir o grau de eficiência do processo de tratamento para além de contribuir para a contaminação dos cursos de água.

Esta operação é realizada segundo a utilização de grades com orifícios de tamanho uniforme, com variação na sua abertura podendo classificar-se em grades grossas, finas e microgrades. No que diz respeito às grades grossas a abertura situa-se entre os valores de 6 a 150 mm, enquanto as grades finas e microgrades possuem aberturas inferiores a 6 mm e 50 μm, respectivamente (Metcalf & Eddy, 2003).

Tendo por base o BREF's - "*Final Draft Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries,* Comissão Europeia (aprovado em 2003) constata-se existir uma variedade de grelhas mecânicas utilizadas no tratamento de efluentes de matadouros, nomeadamente:

- Grades estáticas em forma de cunha/com curvatura: possuem fendas com movimento descendente com um espaçamento de cerca de 0,25 mm, cujo principal objectivo será o de reduzir significativamente os sólidos suspensos e de diminuir, embora de modo simbólico, o CBO_5 das águas residuais.

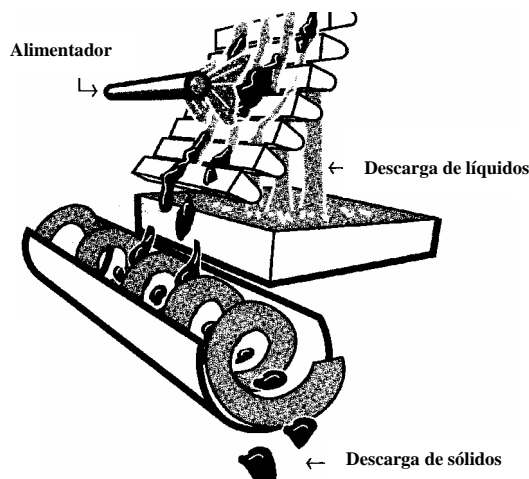



FIGURA 4: Representação de grades estáticas em forma de cunha/com curvatura.

- Prensa inclinada em forma de parafuso: funciona segundo o movimento rotativo de um parafuso guarnecido de escovas, que se encontra localizado no interior de uma grade perfurada cilíndrica. Este tipo de grade permite a remoção de partículas e uma baixa redução do CBO_5 e dos SS existentes nas águas residuais

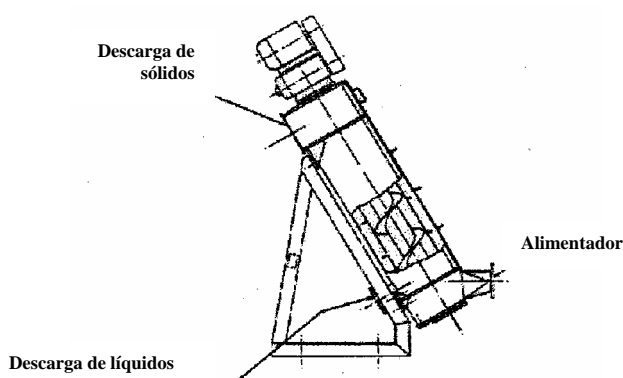



FIGURA 5: Representação de uma prensa inclinada em forma de parafuso.

- Grade cilíndrica: compreende um tambor cilíndrico rotativo de metal laminado perfurado, cujos orifícios poderão ter 1mm de diâmetro. Através deste equipamento faz-se a eliminação de partículas com uma pequena diminuição do CBO_5 e dos SS nas águas residuais.

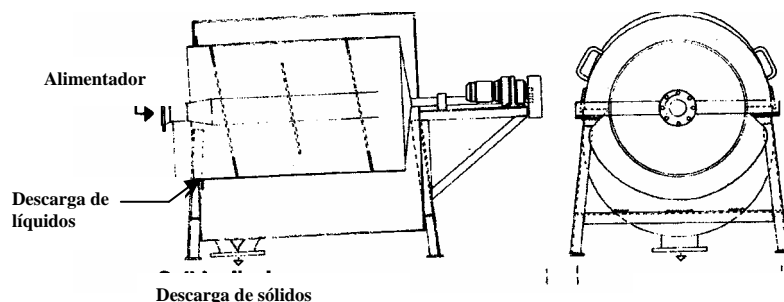



FIGURA 6: Representação de uma grade cilíndrica.

- Grade de Tambor Rotativo: possui, na generalidade, uma malha de diâmetro situada entre 3-4 mm, contudo em certas situações o tamanho pode ser reduzido até 0,25 mm, pelo as reduções de CBO_5 são na ordem dos 15-25%.

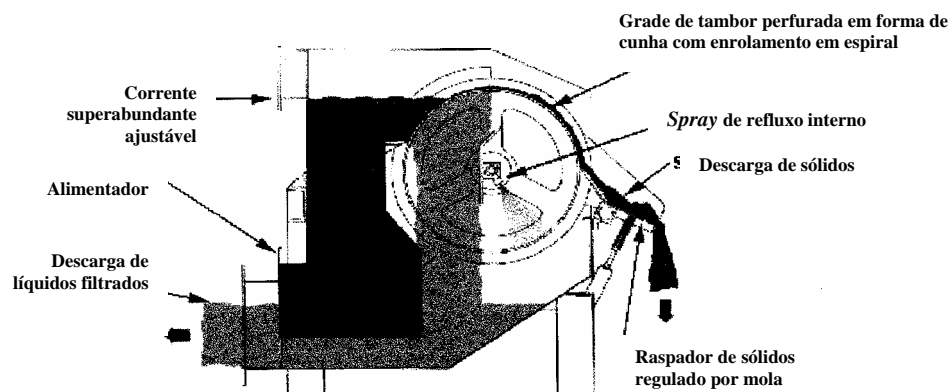



FIGURA 7: Representação de uma grade de tambor rotativo.

No processo de tratamento de águas residuais as grades grossas são utilizadas no sentido de proteger as bombas de água, as válvulas e outros acessórios de danos ou entupimentos devido à existência de farrapos e objectos de grande dimensão. De acordo com o método a aplicar no processo de tratamento das águas residuais industriais as grades grossas

diferenciam-se em métodos de limpeza manual e mecânica. A Tabela 19 apresenta um resumo das características de cada um dos métodos mencionados anteriormente.

Parâmetros	***Unidades SI***	***Método de limpeza***	
	Unidades	***Manual***	***Mecânica***
Largura da barra	mm	5-15	5-15
Profundidade da barra	mm	25-38	25-38
Espaço entre barras		25-50	15-75
Velocidade aproximada			
Máxima	m/s	0,3-0,6	0,6-1,0
Mínima		-	0,3-0,5

TABELA 19: Resumo das principais características dos métodos de limpeza manual e mecânica (Adaptado de Metcalf & Eddy, 2003).

As aplicações das grades finas no processo de tratamento de águas residuais abrangem o tratamento preliminar (as grades finas são precedidas das grossas) e o tratamento primário. As grades finas utilizadas no tratamento preliminar apresentam diversos tipos: estático, em escada e tambor rotativo. O tamanho dos orifícios das grades finas varia entre 0,2 e 6 mm (Metcalf & Eddy, 2003).

A Tabela 20 apresenta a percentagem de remoção de CBO_5 e SST atingida com a aplicação de grades finas no processo de tratamento de efluentes.

TIPO DE GRADE FINA	***TAMANHO DE ABERTURA***	***PERCENTAGEM REMOVIDA***	
	mm	***CBO5***	***SST***
Estático	1,6	5-20	5-30
Tambor Rotativo	0,25	25-50	25-45

TABELA 20: Percentagem de remoção de CBO_5 e SST com a aplicação de grades finas em substituição ao tratamento primário em pequenas estações de tratamento de águas residuais (Adaptado de Metcalf & Eddy, 2003).

As microgrades aplicam-se em condições de contracorrente contínua sob condições de fluxo-gravidade. A principal aplicação das microgrades reside na remoção de sólidos suspensos do efluente secundário e do efluente das lagoas de estabilização. A remoção de sólidos suspensos alcançada com as microgrades poderá variar entre 10 e 80% com uma percentagem média de 55%. Os problemas que poderão estar associados à sua utilização

relacionam-se com a remoção incompleta dos sólidos e na incapacidade de manusear os sólidos flutuantes (Metcalf & Eddy, 2003).

5.2.2.2 Equalização

A equalização do fluxo dos efluentes em tratamento funciona como um método para ultrapassar os problemas operacionais despoletados pela variação dos caudais, de modo a incrementar o desempenho dos processos de tratamento a jusante e a reduzir o tamanho e custo das infra-estruturas de tratamento. Os principais aspectos benéficos provenientes da aplicação da equalização são: a optimização do tratamento biológico, devido à eliminação ou minimização do impacto da variação das cargas estabilizando a qualidade do efluente e a capacidade de sedimentação do floco biológico nos tanques de decantação secundários; a redução dos requisitos da área de superfície de filtração do efluente com o aperfeiçoamento da capacidade dos filtros; no tratamento químico o amortecimento da carga mássica melhora o controlo de alimentação química. Contudo, a equalização apresenta algumas desvantagens nomeadamente a necessidade de um controlo no tocante à emissão dos maus odores em especial próximo das áreas residenciais.

Relativamente à construção da bacia de equalização esta deverá ser térrea, de massa de cimento ou de aço. Tipicamente, a profundidade de água mínima pode variar entre 1,5 e 2 metros, podendo atingir 4 metros (Metcalf & Eddy, 2003). No que diz respeito ao arejamento este é necessário como forma de prevenir a formação de características putrefacientes e odoríferas. Nos tanques de equalização que se seguem à decantação primária com um tempo de retenção pequeno (inferior a 2 horas) o arejamento poderá não ser necessário.

5.2.2.3 Remoção de Gorduras

A unidade operacional que promove a remoção da matéria orgânica flutuante designa-se por flotação, a qual é aplicada para induzir a separação das partículas sólidas ou líquidas da fase líquida. Esta separação processa-se mediante a introdução de ar (bolhas finas) na fase líquida. Essas bolhas estabelecem uma ligação com a matéria orgânica e a força flutuante criada entre a partícula e a bolha de ar é suficiente para elevá-la á superfície.

Ao nível do tratamento dos efluentes, a flotação contribui para a remoção de matéria orgânica em suspensão e para a concentração dos biosólidos. A grande vantagem da flotação relativamente à sedimentação reside na eficácia e na rapidez com que elimina pequenas e ligeiras partículas que sedimentam lentamente.

Na prática, a flotação aplicada ao tratamento das águas residuais utiliza o ar como agente flotante. As bolhas de ar são adicionadas ou causadas por:

- Injecção de ar no líquido sob pressão, seguida da sua libertação por descompressão súbita - *Flotação por Ar Dissolvido* (DAF);
- Arejamento à pressão atmosférica - *Flotação por Ar Disperso* (ar induzido).

Em ambos os sistemas, o processo de remoção de partículas pode ser intensificado através da adição de aditivos químicos. A função destes químicos concentra-se na criação de uma superfície ou estrutura que permita uma fácil absorção ou atracção das bolhas de ar. Os químicos inorgânicos como o alumínio, os sais férricos e a sílica activada podem ser utilizados para estabelecer ligação entre toda a matéria orgânica ou para atrair as bolhas de ar.

Na flotação por ar dissolvido (DAF) o ar é injectado nas águas residuais sob pressão de várias atmosferas seguido por uma libertação de pressão a um nível atmosférico. Em seguida o fluxo das águas residuais é retido no tanque de retenção sob pressão durante alguns minutos para permitir a dissolução do ar. Posteriormente, através de uma válvula redutora de pressão o ar sai para a solução na forma de pequenas bolhas.

Ao nível da aplicação industrial, a flotação por ar disperso (ar induzido) contribui para a remoção de óleos emulsionados e sólidos suspensos provenientes de elevados volumes residuais ou de águas processuais. Neste sistema, as bolhas de ar são formadas por introdução directa da fase de gás na fase líquida por meio de um impulsor rotativo. As partículas de óleo e os sólidos em suspensão ligam-se às bolhas atingindo a superfície que por acumulação forma-se uma escuma densa a qual é removida por pás.

5.2.2.4 Decantação Primária

O principal objectivo da decantação primária no tratamento dos efluentes está relacionado com a facilidade de remoção dos sólidos sedimentáveis e do material flutuante reduzindo o conteúdo de sólidos em suspensão. A aplicação da decantação primária funciona como uma fase preliminar ao longo de todo o processo de tratamento das águas residuais, a qual segundo um funcionamento correcto poderá atingir remoções de SST e de CBO_5 da ordem dos 50 a 70% e de 25 a 40%, respectivamente (Metcalf & Eddy, 2003).

A maioria das estações de tratamento utilizam tanques de sedimentação mecanizados com formas circular ou rectangular padronizadas. A Tabela 21 apresenta os valores típicos para o dimensionamento dos tanques de sedimentação circular e rectangular aplicados no tratamento primário das águas residuais.

Tipo de tanque	*Unidades*	*Unidades SI*	
		Variação	*Valor Típico*
Rectangular:			
Profundidade	m	3-4,9	4,3
Comprimento	m	15-90	24-40
Largura	m	3-24	4,9-9,8
Velocidade do processo	m/min	0,6-1,2	0,9
Circular:			
Profundidade	m	3-4,9	4,3
Diâmetro	m	3-60	12-45
Declive de fundo	mm/mm	1/16-1/6	1/12
Velocidade de processo	r/min	0.02-0,05	0,03

TABELA 21: Valores típicos para o dimensionamento dos tanques de sedimentação circular e rectangular aplicados no tratamento primário das águas residuais (Metcalf & Eddy, 2003).

A Figura 8 apresenta os valores típicos, no que diz respeito à remoção de CBO_5 e de SST dos tanques de sedimentação primária, aplicados em função do tempo de retenção e da concentração dos efluentes.

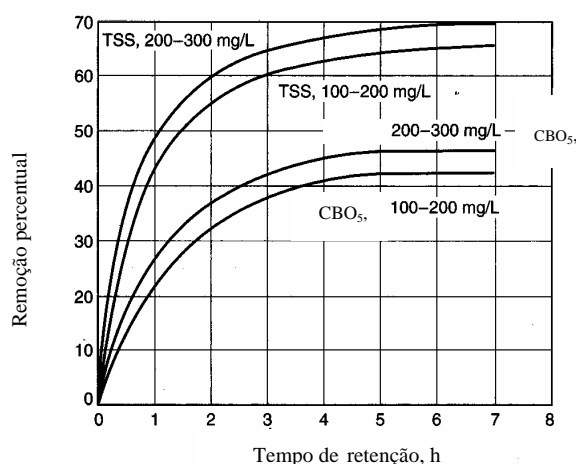



FIGURA 8: Valores típicos de remoção de CBO_5 e de SST nos tanques de sedimentação primária em função do tempo de retenção e da concentração dos efluentes a tratar (Metcalf & Eddy, 2003).

Normalmente, os tanques de sedimentação primária são projectados para estipular 1,5 a 2,5 horas de retenção baseando-se na velocidade média do fluxo dos efluentes. Os tanques que estabelecem períodos de retenção mais pequenos (0,5 a 1 hora) com uma menor remoção de sólidos suspensos, são por vezes utilizados no tratamento preliminar localizados anteriormente às unidades de tratamento biológico.

A temperatura é uma das variáveis com efeitos mais significativos nos tanques de sedimentação, de tal modo que um diferencial de temperatura de 1º Celsius entre a entrada do efluente e este dentro do tanque de sedimentação irá causar uma corrente densa, como é ilustrado na Figura 9. O impacto dos efeitos da temperatura no desempenho dos tanques de sedimentação irá depender do material a ser removido e das suas próprias características.

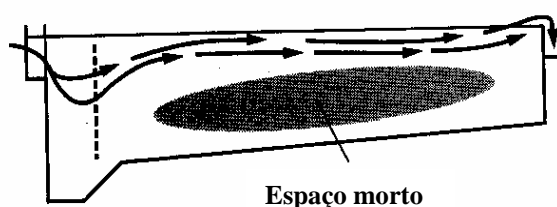



FIGURA 9: Efeito da temperatura no tanque de sedimentação em que a água dentro do tanque é mais fria do que o afluente (Metcalf & Eddy, 2003).

O efeito do vento ao longo do topo dos tanques de sedimentação pode causar a circulação das células reduzindo a capacidade volumétrica dos tanques, tal como se encontra esquematizado na Figura 10.

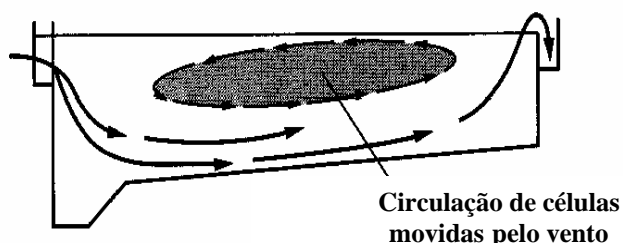



FIGURA 10: Efeito do vento no tanque de sedimentação com formação de uma zona de circulação de células (Metcalf & Eddy, 2003).

O volume de sólidos produzidos nos tanques de sedimentação primária deve ser estimado de forma a projectar correctamente os tanques de sedimentação e outras infra-estruturas aplicadas na extracção, processamento e distribuição dos sólidos. Os valores típicos da gravidade específica, da concentração de sólidos (lamas) e das escumas removidos dos tanques de sedimentação primária são apresentados na Tabela 22.

TIPO DE SÓLIDOS (Lamas)	**GRAVIDADE ESPECÍFICA**	**CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS % (sólidos desidratados)**	
		Variação	**Típica**
Primários:			
Efluente de concentração média	1,03	4-12	6
Sistema de canos de esgoto combinado	1,05	4-12	6,5
Primários e lamas activadas residuais	1,03	2-6	3
Escumas	0,95	Altamente variável	-

TABELA 22: Valores típicos da gravidade específica, concentração sólida dos sólidos e escumas removidos dos tanques de sedimentação primária (Metcalf & Eddy, 2003).

O volume de sólidos produzido irá depender de um conjunto de factores, nomeadamente: das características dos efluentes a tratar e do período de sedimentação do tipo dos sólidos depositados.

5.2.2.5 Lamas activadas

FASE DE RECEPÇÃO:

O processo de tratamento (lamas activadas) é accionado com a entrada das águas residuais. Esta fase poderá ser estática, arejada, anóxica e/ou anaeróbia, e ajustada a determinadas águas residuais por meio de simples acertos da unidade de controlo. Esta capacidade de adaptação às diversas situações possibilita melhorar a eliminação de nutrientes. A velocidade de recepção pode ser controlada, influenciando, assim, a eficiência da fase de sedimentação.

FASE DE REACÇÃO:

O reactor é misto e arejado no sentido de optimizar a eliminação final de CQO e de azoto. Esta situação poderá ser controlada através da dissolução de oxigénio ou da monitorização do potencial oxidação-redução, garantindo a eficiência desejada com o mínimo consumo.

Nesta fase de reacção, ou seja, de tratamento secundário, a água depois do pré-tratamento passa para o recinto de arejamento prolongado, onde se efectua o processo de depuração propriamente dito. Mediante a introdução de O_2 e a recirculação das lamas biológicas, consegue-se a formação de um meio ambiente adequado para o desenvolvimento de colónias microbianas de tipo aeróbio, capazes de proceder à degradação da matéria orgânica contida nas águas residuais, sob várias formas tais como: particulada, coloidal e dissolvida. Este processo de degradação aeróbia desenvolve-se para valores muitos reduzidos, no que diz respeito ao binómio alimento/microrganismos, sendo os microrganismos e a água residual mantidos sob arejamento durante um período de retenção elevado.

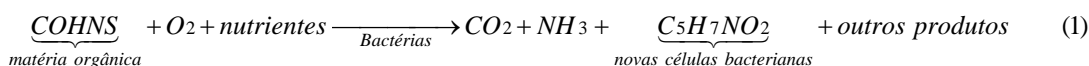
FASE DE SEDIMENTAÇÃO:

A separação da biomassa da água tratada processa-se ao longo da sedimentação, num reactor. Partindo do pressuposto que não existem fluxos da água tratada em contracorrente, espera-se um bom estado de clarificação.

Como resultado da operação anterior dá-se a depuração das águas residuais com a formação de flocos de lamas activadas que serão separados no órgão seguinte, o

decantador e que ficará localizado imediatamente a seguir ao tanque de arejamento. As lamas depositadas, neste órgão, serão parcialmente recirculadas por meio de bombagem para o tanque de arejamento, cujo princípio será o de manter uma adequada população bacteriana activa, enquanto que as restantes (lamas em excesso) serão retiradas periodicamente por meio de bombagem para o poço de recolha de lamas.

O processo de lamas activadas acarreta a produção de uma massa activa de microrganismos capaz de estabilizar resíduos aerobiamente. Desta forma, o resíduo orgânico é introduzido dentro do reactor onde a população bacteriana aeróbia é mantida em suspensão. Dentro do reactor essa cultura bacteriana aeróbia realiza uma série de reacções de oxidação-redução como expressa a equação 1.

$$\underbrace{COHNS}_{matéria\ orgânica} + O_2 + nutrientes \xrightarrow[Bactérias]{} CO_2 + NH_3 + \underbrace{C_5H_7NO_2}_{novas\ células\ bacterianas} + outros\ produtos \qquad (1)$$

O ambiente aeróbio criado dentro do reactor por meio do arejamento difuso ou mecânico permite manter o seu conteúdo em mistura constante. Terminado o tempo de retenção, a mistura de células é encaminhada para um tanque de sedimentação no qual há a separação das células do efluente tratado. Por conseguinte, uma porção destas em sedimentação são recicladas para manter a concentração da população bacteriana necessária ao funcionamento do reactor e a outra porção é considerada resíduo. As bactérias são dos microrganismos que desempenham o papel mais importante na decomposição do conteúdo orgânico presente nas águas residuais. Nos reactores ou tanques de arejamento, a porção de resíduo orgânico será utilizada pelas bactérias aeróbias ou facultativas para a obtenção de energia de modo a promover a síntese do restante material orgânico em novas células. Para além da decomposição da matéria orgânica, as bactérias assumem uma função preponderante na formação dos flóculos, os quais determinam a separação efectiva dos sólidos biológicos na sedimentação. Todavia não havendo uma boa formação de flóculos, pode acontecer que o efluente continue a apresentar elevados níveis de sólidos biológicos em suspensão como resultado das inadequadas estruturas das unidades de sedimentação secundária e da deficiente operação das unidades de arejamento ou da presença de microrganismos filamentosos como *Sphaerotilus, E. Coli* e *fungi.*

Tendo em conta a análise efectuada por Metcalf & Eddy (2003), encontram-se identificados na Tabela 23 alguns dos processos de tratamento biológico das águas residuais por lamas-activadas (convencional - fluxo de ligação/ Arejamento prolongado/ Mistura perfeita/ Sequência de reactores em série).

Da Tabela 24 constam os valores típicos de alguns parâmetros a considerar no dimensionamento das estações de tratamento biológico das águas residuais por lamas activadas, no que diz respeito à carga volúmica, F/M, MLSS, tempo de retenção hidráulica e à eficiência de remoção de CBO_5.

TIPO	*DESIGNAÇÃO COMUM*	*DESCRIÇÃO*
PROCESSOS AERÓBIOS: Crescimento em suspensão	***Convencional (fluxo de ligação)***	Um efluente estabelecido e as lamas activadas recicladas entram no tanque de arejamento cuja mistura é processada por arejadores mecânicos ou por ar difuso. O arejamento é uniforme ao longo do comprimento do tanque ocorrendo fenómenos de adsorção, floculação e oxidação da matéria orgânica. Os sólidos das lamas activadas são separados num tanque de sedimentação secundário.
	Arejamento prolongado	O processo de arejamento prolongado é semelhante ao convencional excepto durante a fase de respiração endógena da curva de crescimento, na qual exige-se baixa carga orgânica e longos tempos de retenção.
	Mistura perfeita	Este processo é uma aplicação dos sistemas de fluxo contínuo de reactores de tanques em agitação. As águas residuais estabelecidas e as lamas activadas recicladas são introduzidas em vários pontos do tanque de arejamento. O fornecimento de carga orgânica e de oxigénio no tanque de arejamento é uniforme ao longo do comprimento do mesmo.
	Sequência de reactores em série	O sistema é composto por uma sequência de reactores em série comportando o abastecimento e a decantação do efluente. Envolve um único reactor de mistura perfeita, no qual ocorrem todos os passos do processo das lamas activadas. O licor misturado permanece no reactor ao longo de todos os ciclos pelos quais passa, eliminando a necessidade de um tanque de sedimentação secundário.

TABELA 23: Breve descrição de alguns processos de tratamento de águas residuais por lamas activadas (Adaptado de Metcalf & Eddy, 2003).

PROCESSO DE TRATAMENTO	CARGA VOLÚMICA (kg/m3.d)	F/M (Kg/kg.d)	MLSS (mg/L)	TEMPO DE RETENÇÃO HIDRÁULICO (h)	EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE CBO_5, %
Convencional	0,32-0,64	0,2-0,4	1,500-3,000	4-8	85-95
Arejamento prolongado	0,16-0,4	0,05-0,15	3,000-6,000	18-36	75-95
Mistura perfeita	0,8-1,92	0,2-0,6	2,500-4,000	3-5	85-95
Sequência de reactores em série	0,08-0,24	0,05-0,3	1,500-5000	12-50	85-95

TABELA 24: Representação dos valores típicos de alguns parâmetros a considerar no dimensionamento do processo de tratamento de águas residuais por lamas activadas (Adaptado de Metcalf & Eddy,1991).

5.3 QUALIDADE DO EFLUENTE TRATADO

Os efluentes brutos oriundos do sector de abate de animais assumem um papel crucial sob o ponto de vista do impacto ambiental, em especial pelos valores de carga orgânica e do teor de gordura que exibem. Desta forma são destacadas algumas técnicas operacionais de tratamento das águas residuais que visam em geral a protecção dos cursos de água lutando contra a poluição.

Assim, a eficiência das grelhas, na eliminação de carga orgânica, encontra-se compreendida entre 10-15%. Os equipamentos de gradagem mais frequentemente utilizados nos matadouros incluem grelha estática em forma de cunha e a grelha de tambor rotativo as quais possuem malhas com diâmetro de cerca de 3 mm.

Após a gradagem, alguns matadouros empregam um tratamento de flotação por ar dissolvido com bolhas de ar muito finas para remover sólidos em suspensão e gorduras. Os sólidos em suspensão flutuam à superfície do líquido formando uma escuma sendo removidos.

A flotação por ar dissolvido possibilita a remoção de 15% do teor de CBO_5 e 70% dos sólidos suspensos (SS), sem adição de químicos, e 50-65% de CBO_5 e 85-90% dos SS, com adição de químicos. Embora o tratamento a que são sujeitas as águas residuais oriundas dos matadouros possa atingir um padrão de qualidade que possibilite as descargas em linhas de água, o risco patogénico que lhe está associado impossibilita a recirculação das águas tratadas dentro das unidades de abate.

A Portaria n.º 809/90, de 10 de Setembro define as normas específicas de descarga de águas residuais provenientes de matadouros de aves, coelhos, suínos e reses e de unidades de processamento de carne de aves, reses e suínos que constam das Tabelas 1 e 2 já referenciadas no capítulo I, sendo expressas em termos de cargas de CBO_5 (gr/kg carcaça), de SST (gr/kg carcaça), de óleos e gorduras (gr/kg carcaça), e de CQO (mg/l) e o pH.

5.4 TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUAIS DE MATADOUROS

O tratamento das águas residuais industriais de unidades de matadouros e de processamento de carnes é um requisito, tendo em conta a diversidade de fontes que emanam resíduos, como, por exemplo, a higienização dos veículos, dos equipamentos e instalações, assim como a lavagem das carcaças e dos subprodutos de origem animal. Por sua vez, as águas residuais são elas próprias um subproduto resultante dos processos de tratamento e de disposição de outros subprodutos de origem animal, as quais poderão sofrer processos de evaporação, lixiviação ou, simplesmente, serem perdidas nas escorrências. Neste contexto, há a considerar as estações de tratamento das águas residuais industriais que consomem energia ao mesmo tempo que produzem mais resíduos cujo destino poderá ser a reutilização ou a disposição em aterro sanitário.

A selecção das técnicas de tratamento das águas residuais basear-se-á na capacidade requisitada para tratar menores quantidades de águas residuais com inferior carga orgânica, como resultado da inicial intervenção das MTD's. Deste modo, para a realização do tratamento das águas residuais provenientes de matadouros, as MTD's baseiam-se nos seguintes princípios:

i. Impedir a estagnação das águas residuais;
ii. Inicialmente, filtrar os sólidos, nas instalações dos matadouros;
iii. Remover a gordura das águas residuais, por aplicação de sifões adequados à retenção de gordura;
iv. Utilizar unidades de flotação com a adição de floculantes para eliminar sólidos extras;
v. Introduzir tanques de equalização para as águas residuais;
vi. Submeter os efluentes de matadouros a tratamentos biológicos;

vii. Remover as lamas produzidas;

viii. Proceder regularmente à realização de análises laboratoriais à composição do efluente e manutenção de registos.

As águas residuais enviadas das áreas de processo dos matadouros devem ser sujeitas a uma separação, havendo a remoção de fragmentos orgânicos (fibras, gorduras, tecidos, pedaços de carne, grandes sólidos) para evitar o bloqueio nas estações de tratamento de águas residuais. Relativamente aos subprodutos do abate, as águas residuais contêm *SÓLIDOS PRIMÁRIOS* resultantes do transporte, da abegoaria e da lavagem dos intestinos e estômagos (palha, fezes, urina e conteúdos intestinais) e os *SÓLIDOS SECUNDÁRIOS* como o refugo de raspadura e da gradagem, as gorduras e o material flutuante produzidos durante o tratamento das águas residuais.

Tendo por finalidade efectuar o levantamento dos sistemas de tratamento de águas residuais de matadouros existentes na região litoral centro de Portugal, foram consultados os processos de pedido de licença para utilização do domínio público hídrico, na área da responsabilidade da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro. A consulta foi efectuada classificando os matadouros por tipo de actividade.

5.4.1 Matadouros de Reses

Considerando a informação recolhida, e constante da Tabela 25, verifica-se que para este tipo de matadouro o sistema de tratamento para os efluentes líquidos predominante é o sistema de tratamento por lamas activadas, embora a situação de pré-tratamento com posterior envio do efluente para ETAR municipal seja também uma realidade.

5.4.2 Matadouros de Suínos

Nos matadouros de suínos o sistema de tratamento predominante é o sistema de lagunagem, havendo também situações em que apenas é efectuado nas instalações fabris um tratamento de compatibilização após o que o efluente é enviado para o colector municipal.

MATADOUROS DE RESES	
Unidade	***Tipo de tratamento dos efluentes líquidos***
10	***Lamas activadas***: Tamisação _ Tanque de homogeneização_ Floculação/ Decantação, onde é accionado sulfato de ferro e um polielectrólito. As lamas formadas são retiradas pelo fundo e bombeadas para um digestor e daí para leitos de secagem, de onde têm sido levados pelos agricultores, depois de desidratadas. O ***efluente pré-tratado*** segue para o colector municipal, afluindo à ETAR para tratamento final.
3	Não apresenta projecto de tratamento de águas residuais
22	***Lamas activadas***
38	***Lagunagem***: Sistema de tratamento das águas residuais por **lagunagem**.
40	***EPTAR seguido ETAR municipal***: Todos os efluentes domésticos e industriais são conduzidos a **colector municipal** depois de sujeitos a um **pré-tratamento na EPTAR (correcção das características do efluente)** da própria unidade e depois serão conduzidos para a ETAR municipal, pelo que não haverá utilização do Domínio Hídrico. A eventual descarga de efluentes industriais líquidos resultantes da laboração esteja de acordo com os parâmetros constantes do DL n.º236/98, de 1 de Agosto e a Portaria n.º809/90, de 10 de Setembro. Para ser licenciado deve apresentar uma "Licença de Utilização do Domínio Hídrico", de acordo com o estabelecido na alínea e) do artº. 6º do Decreto Regulamentar n.º25/93, de 17 de Agosto.
42	***Sistema de tratamento por lamas activadas***: Processo biológico por lamas activadas em arejamento prolongado com descarga do efluente tratado numa linha de água.
46	***Lamas activadas***: O efluente será tratado por um processo biológico de lamas activadas em arejamento prolongado.

TABELA 25: Representação do tipo de tratamento efectuado aos efluentes líquidos provenientes dos matadouros de reses localizados na região centro litoral de Portugal.

MATADOUROS DE SUÍNOS	
Unidade	***Tipo de tratamento dos efluentes líquidos***
9	***Lagunagem***: Os efluentes industriais são conduzidos a um ***sistema de 4 lagoas*** sendo posteriormente ligados ao colector público. Os efluentes domésticos são directamente ligados ao colector público com ligação à ETAR municipal.
25	***Lagunagem***: Os efluentes do matadouro que são essencialmente orgânicos, são sujeitos a um tratamento primário, onde se efectua a remoção de sólidos através de **uma grade**, seguida por remoção de gorduras num **tanque de flotação de ar**. Depois, o efluente do matadouro, da oficina e doméstico, passa por um tratamento biológico através de **lagoas de estabilização** (**2 lagoas anaeróbias, 1 lagoa facultativa e 1 lagoa de maturação**).
32	Os efluentes industriais são sujeitos a um pré-tratamento, em EPTAR própria, com descarga no colector camarário com ligação à ETAR municipal.
34	***Lagunagem***: A depuração dos efluentes industriais será feita numa ETAR constituída pelos seguintes órgãos de tratamento: gradagem - Tanque de flotação - 1ª lagoa anaeróbia - 2ª lagoa anaeróbia - 1 lagoa facultativa - 1 lagoa de maturação. Após tratamento, as águas residuais tratadas são descarregadas numa linha de água.
39	A descarga das águas residuais industriais, com origem no matadouro, é feita no **colector municipal**, havendo um **pré-tratamento das águas residuais numa EPTAR própria**.
48	***Lagunagem***: Sistema de tratamento de efluentes proveniente de matadouro de suínos e sala de preparação de carnes por **lagoas de estabilização,** de acordo com os termos do Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro, do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto e mais legislação em vigor.
16	***Lamas activadas***: As lamas provenientes da ETAR são utilizadas para fins agrícolas na adubação do solo.
30	Os efluentes industriais, provenientes da lavagem dos leitões e do equipamento, são recolhidos numa fossa estanque e posteriormente transportados para a ETAR municipal.

TABELA 26: Representação do tipo de tratamento efectuado aos efluentes líquidos provenientes dos matadouros de suínos localizados na região centro litoral de Portugal.

5.4.3 Matadouros de Aves

Os resultados obtidos da consulta aos processos existentes constam da Tabela 27, sendo de salientar que os processos de tratamento usados são a lagunagem e as lamas activadas, assumindo este último processo condições de funcionamento características do processo por lamas activadas de arejamento prolongado ou baixa carga. Deve ser igualmente salientado que a maioria das instalações inventariadas tem incorporado um sistema de remoção de gorduras, utilizando sistemas de flutuação tipo DAF.

MATADOUROS DE AVES	
Unidade	***Tipo de tratamento dos efluentes líquidos***
1	***Lagunagem***
4	***Lamas activadas***: Sistema de ***LAMAS ACTIVADAS*** em baixa carga
5	***Lamas activadas***: Depuração biológica dos efluentes domésticos e industriais por ***LAMAS ACTIVADAS*** em arejamento prolongado com uma tamisação e um desengorduramento à cabeça do sistema biológico. A sequência dos órgãos a instalar é a seguinte: tamisador_ desengordurador _tanque de homogeneização_ de arejamento _ decantador secundário com recirculação de lamas e leitos de secagem de lamas. Após o tratamento os efluentes são descarregados na linha de água.
6	***Lamas activadas***: Crivo + tanque de flutuação com recirculação + ***LAMAS ACTIVADAS***
17	***Lamas activadas em arejamento prolongado com pré-tratamento:*** O pré-tratamento é composto por crivagem e flotação com micro-bolhas de ar. É constituído por poço de bombagem – crivo – Unidade de flotação – Tanque de pré-desnitrificação – tanque de arejamento – espessador de lamas. O tratamento de lamas activadas utiliza a tecnologia tipo "batch", tratamento biológico descontínuo.
18	***Lamas activadas:*** Tamisação (separação de sólidos) – desengorduramento (separação de gorduras) – oxidação aeróbia (eliminação de carga orgânica) – decantação (separação de lamas) – recirculação de lamas activadas – secagem de lamas.
19	***Lamas activadas:*** O sistema de tratamento consiste em: gradagem, seguida de homogeneização – floculação, passo onde se dá a formação e agregação de partículas e a remoção de gorduras. O efluente é enviado para um tanque de arejamento e deste para a centrífuga, sendo aí separada a parte sólida da líquida. A parte sólida é encaminhada para o tratamento de subprodutos, de acordo com o exigido no Reg.1774/2002, de 3 de Outubro, enquanto que a fracção líquida segue para o tanque de decantação. As lamas que resultam do tanque de decantação são recirculadas para o tanque de arejamento.
20	***Lamas activadas***
21	***Lamas activadas:*** Separação de gorduras; homogeneização; oxidação biológica em tanque de arejamento; separação sólido líquido; recirculação de lamas e secagem de lamas.
26	***Lagunagem***: Sistema de tratamento de efluentes industriais constituído por um separador de sólidos e gorduras complementadas por 2 lagoas anaeróbias e 1 lagoa de macrófitas.
28	***Lamas activadas***: O sistema depurador é composto por uma fase primária com desengorduramento e homogeneização a que se segue uma fase secundária biológica em que a matéria constituinte do esgoto é oxidada aerobiamente através da acção de microrganismos.
29	***Lagunagem***: O sistema de tratamento dos efluentes industriais actualmente existente consiste num tamisador rotativo autolimpante para a remoção de penas, vísceras e outros resíduos. Todos os resíduos sólidos nesta unidade são posteriormente utilizados como matéria-prima na unidade de transformação de subprodutos. O líquido segue para um conjunto de lagoas.
36	***Lagunagem***: Sistema de tratamento de efluentes industriais constituído por um separador de sólidos e gorduras complementadas por 2 lagoas anaeróbias e 1 lagoa de macrófitas, com descarga do efluente depurado na linha de água.
37	Os efluentes domésticos e industriais originados são ligados ao colector da zona industrial - ETAR municipal, sendo sujeitos a pré-tratamento.
41	***Lamas activadas***: A linha de tratamento das águas residuais segue os seguintes passos: **Tratamento preliminar** (separação de sólidos finos, desengordurador, homogeneização, bombagem a tratamento), Tratamento biológico - lamas activadas e Tratamento de lamas.
43	Tratamento constituído por: um Separador de gorduras seguido de fossa séptica complementada com poço absorvente, sendo o sistema de tratamento limpo pelos serviços camarários, nos termos do ***Decreto-Lei n.º 46/94, de 22 de Fevereiro e do Decreto-Lei n.º236/98, de 1 de Agosto***.
44	***Lagunagem***: Poço de recepção dos efluentes; tamisador 1; tamisador 2; desengordurador; lagoa anaeróbia; lagoa arejada; lagoa de sedimentação.
47	***Lagunagem***: Tamisador de crivo grosso, tamisador de crivo fino, seguido de um **sistema de lagunagem** constituído por **2 lagoas anaeróbias, 2 lagoas facultativas e 1 de sedimentação** (lagoas de estabilização ligadas entre si em série). As lagoas anaeróbias tem dimensões reduzidas e as lagoas facultativas possuem grandes dimensões, tendo a 4ª dimensões muito irregulares pois desenvolve-se segundo o comprimento, de forma desequilibrada. As lagoas não se encontram impermeabilizadas com tela e as duas lagoas iniciais encontram-se cobertas com lamas e gorduras na camada superficial acarretando este facto para um funcionamento precário destes órgãos. A última lagoa apresenta um efluente pouco clarificado com a presença de gorduras na camada superficial. A ETAR existente possui um flutuador à cabeça da ETAR. Este flutuador terá acoplado uma centrífuga com vista à separação mais eficaz dos sólidos e gorduras do efluente antes deste alcançar o sistema de lagunagem.
49	***Lagunagem***: Sistema de tratamento das águas residuais por **lagunagem** com descarga do efluente tratado em linha de água.
2	***Lamas activadas***: Depuração biológica por ***LAMAS ACTIVADAS*** ou arejamento prolongado em que as lamas são desidratadas em lamas físico-químicas pelo que não existem leitos de secagem.

TABELA 27: Representação do tipo de tratamento efectuado aos efluentes líquidos provenientes dos matadouros de aves localizados na região centro litoral de Portugal.

CAPÍTULO 6

ANÁLISE COMPARATIVA DOS ÓRGÃOS DE ETAR POR SISTEMA DE TRATAMENTO

Neste capítulo, os diferentes órgãos que constituem as Estações de Tratamento de Águas Residuais de matadouros de reses, aves, suínos, ovinos e caprinos, são comparados em termos dos principais parâmetros de dimensionamento. A metodologia adoptada consiste em analisar os dados obtidos na consulta dos documentos de licenciamento existentes nos organismos oficiais, agrupando os órgãos por sistema de tratamento e efectuando a comparação para cada tipo de efluente, sempre que haja evidência da sua influência.

6.1 ÓRGÃOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO POR LAGUNAGEM PARA MATADOUROS

O tratamento de efluentes de matadouros pelo sistema de lagunagem, e atendendo ás características específicas deste tipo de efluente, é normalmente constituído por um conjunto de lagoas em série, englobando uma lagoa anaeróbia, uma ou duas lagoas de estabilização e uma ou duas lagoas de maturação. Antes da entrada do efluente na lagoa anaeróbia existe, em muitas unidades, um sistema de remoção de sólidos constituído por grades ou tamisadores, em particular no tratamento de efluentes de matadouros de aves.

6.1.1 Grades/ Tamisadores

A maioria dos efluentes com elevada carga em sólidos suspensos são conduzidos primariamente para um sistema de gradagem/tamisação onde irá haver retenção de sólidos de grandes e pequenas dimensões evitando a colmatagem de tubagens e entupimento de válvulas e bombas.

A Tabela 28 é representativa do tipo de grades e tamisadores que são aplicáveis ao nível da eliminação de sólidos nos centros de abate de animais com tratamento das águas residuais por lagunagem, localizados na região litoral centro de Portugal.

Grades				**Tamisadores**	
Unidade	**Abertura entre grades (mm)**	**Grade grossa**	**Grade fina**	**Unidade**	**Abertura de malha (mm)**
MATADOUROS DE SUÍNOS				MATADOUROS DE AVES	
9	15	-	-	1	6
25	10	-	sim	36	15
34	15	-	-	44	-
48	400	-	-	36	15
MATADOURO DE OVINOS/CAPRINOS				-	-
38	30	-	sim	-	-

TABELA 28: Representação dos parâmetros de dimensionamento para grades/tamisadores no sistema de lagunagem para efluentes de matadouros de aves, suínos e ovinos/caprinos.

Analisando a tabela acima referenciada verifica-se que ao nível da unidade de pré-tratamento há a predominância do sistema de grades mecânicas, o qual compreende grelhas com espaçamento entre barras normalmente de 15 mm, para instalações em matadouros de suínos, enquanto que para matadouros de aves o equipamento mais utilizado são os crivos com abertura de 15 mm.

6.1.2 Lagoa Anaeróbia

A grande redução de carga orgânica que é necessário haver só será possível à custa de um número considerável de órgãos associados em série, cujo objectivo será o de reduzir sucessivamente a carga orgânica. Para além disso, o emprego de várias lagoas em série é benéfico do ponto de vista da diminuição da contaminação bacteriológica.

Após a gradagem os efluentes passam para a lagoa anaeróbia onde sofrem uma degradação por acção de bactérias anaeróbias. A acção deste tipo de bactérias promove a formação de lamas, com potencial utilização na fertilização agrícola.

Sumariamente, poder-se-á dizer que as lagoas anaeróbias visam uma eliminação acentuada da matéria orgânica, nelas podendo observar-se o desenrolar de fenómenos de estratificação e de fermentação, dando origem à formação de três camadas: uma crosta formada por componentes cuja densidade é inferior à da água; um depósito de lamas no fundo das lagoas, constituído por sólidos sedimentáveis do efluente; uma camada intermédia constituída pelo efluente líquido. Simultaneamente com a estratificação ocorrem fenómenos que se desenvolvem em duas fases: uma primeira fase designada por ácida, em que se formam ácidos carboxílicos simples e uma segunda fase denominada de metânica com a formação de CO_2 e de CH_4.

Em Portugal e considerando as temperaturas prevalecentes no período de Inverno pode ser considerado que as lagoas anaeróbias funcionem como simples decantadores já que a actividade bacteriana deverá ser reduzida face às temperaturas baixas, pelo que os rendimentos de CBO_5 são inferiores aos de Verão. Esta, é a altura do ano em que se admite que as lagoas anaeróbias funcionem em boas condições, já que as temperaturas médias são compatíveis com a actividade das bactérias.

A Tabela 29 evidencia o modo de dimensionamento das lagoas anaeróbias em alguns matadouros sitos na região centro litoral de Portugal, os quais possuem como sistema de tratamento das águas residuais a lagunagem. A análise à tabela irá incidir nos seguintes parâmetros: tempo de retenção hidráulico (TRH) medido em dias; carga orgânica volúmica (g CBO_5/m^3.dia); eficiência de eliminação de CBO_5.

Da análise da tabela pode ser verificado que não existe um padrão de uniformidade para os valores dos diferentes critérios de dimensionamento acima referidos. Com efeito e relativamente ao TRH, estes valores variam entre 2 e 30 dias para efluentes de matadouros de aves, e entre 7 e 23 dias para efluentes de matadouros de suínos, embora para este último tipo de efluente haja uma incidência em valores próximos de 7 dias.

Unidade	Altura útil (m)	Área (m2)	Volume (m3)	Qmd (m3/d)	TRH (dias)	CBO5 entrada (mgO2/l)	Carga Orgânica volúmica (gCBO5/m3.d)	Eficiência (%)	CBO5 saída (mgO_2/l)
MATADOURO DE OVINOS/CAPRINOS									
38	3	69,7	209	13,3	15,7	1880	120	45	1030
MATADOUROS DE AVES									
1	4	805	3220	160	20	520	26	50	260
26	2,2	300	600	140	4,3	-	-	-	-
36	-	-	180	6	30	6700	223	80	1350
44	3,5	1224	4284	324	13	1950	147	50	980
47	3,3	92,75 (base)	750	400	1,9	2200	1173	97	170
49	3	175	525	100	5,5	1100	209	50	550
MATADOUROS DE SUÍNOS									
48	3,5	225-sup. 35-fundo	348	37,5	9	1360	146	52	640
34 -1ªL	3	200	600	100	6	1000	166	60	400
34 - 2ª L	3	200	600	100	6	400	67	82,5	70
25 - 1ª L.	2,5	261,3	653	28	23	2000	86	75	500
25 - 2ª L.	2,5	112,8	280	28	10	500	50	55	225
9- 1ª L.	3,5	128	448	55	8	1820	223	30	1280
9 - 2ªL.	3,5	119	415	51,8	8	1280	160	40	770

TABELA 29: Representação dos parâmetros de dimensionamento de lagoas anaeróbias para efluentes de matadouros de aves, suínos e ovinos/caprinos da região centro litoral de Portugal.

Quanto à carga orgânica volúmica aplicada, verifica-se que os valores variam entre 25 e 1170 $gCBO_5/m^3$.dia, não havendo diferenciação para os dois tipos de efluente considerados, mas com maior incidência nos valores entre 100 e 250 $gCBO_5/m^3$.dia.

Relativamente à eficiência de remoção, expressa em ordem ao CBO_5, os valores oscilam entre 30 e 97%. Os valores superiores a 80%, face às condições de temperatura de Inverno vigentes em Portugal e aos valores de TRH que lhes estão associados, assumem um carácter de excesso de optimismo. No entanto é de referir que a maioria dos valores se situam entre 50 e 75%, valores que são admissíveis unicamente para o período de Verão.

6.1.3 Lagoas de Estabilização e de Maturação

As lagoas de estabilização e de maturação deverão conter bastante O_2 dissolvido na massa líquida estando a superfície do líquido agitada pelo vento e isenta de objectos, ervas ou espumas.

As lagoas de estabilização seguem-se às anaeróbias visando a oxidação e metabolização de uma parte da matéria orgânica biodegradável à custa do O_2 obtido nas trocas gasosas com a atmosfera e na fotossíntese. Tratam-se de lagoas de pequena profundidade, com grandes tempos de retenção, onde a depuração ocorre aeróbia ou anaerobiamente consoante as condições atmosféricas e a profundidade.

O modo de funcionamento deste tipo de lagoas (estado de oxidação/redução), em condições ideais de manutenção, é o de actuar, como lagoas arejadas facultativas, com a coexistência de duas zonas: uma superior em fase aeróbia e outra inferior em fase anaeróbia. Ao mesmo tempo, as lamas depositadas mineralizam e estabilizam sendo retiradas periodicamente, constituindo um adubo de qualidade a aplicar em terreno agrícola.

Esta técnica é caracterizada pela remoção da maior parte de CBO_5 e de CQO sem a intervenção de arejamento, mas cuja combinação com a desnitrificação é necessária para as águas residuais provenientes de matadouros.

A Tabela 30 traduz os resultados obtidos da pesquisa efectuada para lagoas de estabilização, nos vários matadouros de ovinos/caprinos, aves e suínos evidenciando o TRH, a carga orgânica volúmica e a carga orgânica superficial.

Da análise desta tabela verifica-se que em termos de TRH não existe uma uniformidade de critério, variando os seus valores entre 2 e 90 dias para efluentes de matadouros de aves e entre 11 e 75 dias para efluentes de matadouros de suínos. Apesar de haver alguma variação nos valores observados para a carga orgânica volúmica, pode ser inferido que para efluentes de matadouros de aves há uma incidência em valores próximos de 35-40 $gCBO_5/m^3$.dia, enquanto para efluentes de matadouros de suínos os valores oscilam entre 10 e 20 $gCBO_5/m^3$.dia. Relativamente à carga orgânica superficial verifica-se uma grande variação de valores (entre 54 e 1440 $KgCBO_5$/ha.dia) para efluentes de matadouros de aves, enquanto para efluentes de matadouros de suínos a variação é menor (60 e 307 $KgCBO_5$/ha.dia).

Face aos valores indicados na Tabela 18, verifica-se que há sistemas que foram dimensionados para valores de carga orgânica superficial muito superiores aos indicados na literatura o que indicia a possibilidade da existência de mau funcionamento destas unidades, quer em termos de eficiência quer com a existência de maus cheiros devido a uma menor capacidade operativa em termos de regime aeróbio. Por outro lado, o facto de o TRH também apresentar valores superiores face aos valores tabelados, pode reflectir a existência neste tipo de efluentes de compostos orgânicos de baixa biodegradabilidade.

Unidade	Altura (m)	Área superficial (m2)	Área de fundo (m2)	Área de cálculo (m2)	Volume (m3)	Qmd (m3/dia)	TRH (dias)	CBO5 saída da lagoa anterior (mg/l)	Carga orgânica volúmica (g $CBO_5/m^3 \cdot dia$)	Carga orgânica superficial (kgCBO/há.diia)
MATADOURO DE OVINOS/CAPRINOS										
38	1,5	404	-	404	606	13,3	63,8	1030	23	340
MATADOUROS DE AVES										
1	4	340	-	337,5	1350	180	7	260	35	1387
36	1	450	270	360	540	6	90	1350	15	225
44	3,5	3200	1543,5	2205	7717,5	324	23,8	980	41	1440
47- 1ª L	1,5	-	3919,5	4153,3	623	132	12	170	36	54
47 - 2ªL	1,5	-	300	386,7	580	290	2	-	-	-
49	1,2	5800	-	5792	6950	80	87	550	6,3	76
MATADOUROS DE SUíNOS										
9	1,5	-	-	1650	2475	55	45	770	17	256
25	1,5	-	-	205,3	308	28	11	225	20	307
34	1,5	-	-	1133	1700	100	17	70	4	61,8
48	1,7	2400	2300	1658,8	2820	37,6	75	640	8,5	144

TABELA 30: Representação dos parâmetros de dimensionamento de lagoas de estabilização, para efluentes de matadouros de aves, suínos, e ovinos/caprinos da região centro litoral de Portugal.

Depois da passagem do efluente líquido pela lagoa de estabilização, este deve encontrar-se em condições de concentração em matéria orgânica e de teor em sólidos suspensos capaz de ser descarregado numa linha de água. Todavia, é aconselhável fazê-lo passar, ainda, por um conjunto de lagoas pouco profundas, designadas por lagoas de maturação, e onde por acção dos raios ultra violeta se processa uma desinfecção para eliminação dos microrganismos patogénicos.

Unidade	Altura (m)	Área superficial (m2)	Área de fundo (m2)	Área de cálculo (m2)	Volume (m3)	Qmd (m3/dia)	TRH (dias)	CBO5 saída da lagoa anterior (mg/l)	Carga orgânica volúmica	Carga orgânica superficial ($kgCBO_5/ha^3.dia)^{-1}$
MATADOUROS DE SUÍNOS										
9	1,5	-	-	373,3	560	56	10	300	30	450
25	1	280	280	280	280	28	10	100	10	100
34	1,5 0	-	-	667	1000	100	10	40	4	60
MATADOUROS DE AVES										
20	-	-	-	-	240	160	1,5	-	-	-
36	1	-	-	88,24	150	6	25	60	2,4	41
44	1,5	1529	961	1162	1743	323	5,4	80	14,8	222
47	2,3	-	252	204,3	470	94	8	-	-	-
49	1,5	-	-	533,3	800	80	10	40	4	60
MATADOURO DE OVINOS/CAPRINOS										
38	1,2	-	-	39,6	47,5	9,5	5	60	12	144

TABELA 31: Representação dos parâmetros de dimensionamento de lagoas de maturação, para efluentes de matadouros de aves, suínos, e ovinos/caprinos da região centro de Portugal.

Os valores registados na Tabela 31 para o TRH variam entre 3 e 10 dias, havendo para efluentes de matadouros de suínos um consenso nos 10 dias. Relativamente à carga orgânica superficial, os valores observados variam entre 40 e 450 $KgCBO_5$/ha.dia não havendo uma tendência que possa identificar a influência do tipo de efluente.

Face aos valores indicados na Tabela 18, verifica-se que os valores de carga orgânica superficial são superiores a 17 $KgCBO_5$/ha.dia, e que os valores de TRH podem ser considerados dentro da gama referida, com excepção da unidade 20 que apresenta um tempo muito pequeno (1,5 dias) para este tipo de lagoa.

6.2 ÓRGÃOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO POR LAMAS ACTIVADAS PARA MATADOUROS

Uma estação de tratamento de efluentes de matadouros pelo sistema de lamas activadas é normalmente composta pelos seguintes órgãos: grade/tamisador; tanque de equalização; desengordurador; tanque de arejamento e decantador secundário. Seguidamente será efectuada a análise comparativa, para os diferentes órgãos, dos resultados obtidos na compilação efectuada para as unidades existentes em matadouros na região centro.

6.2.1 Tratamento Primário com Remoção de Sólidos e Gorduras

6.2.1.1 Grades/ Tamisadores

Previamente ao processo de tratamento baseado na sequência de um grupo de reactores, as águas residuais são sujeitas à passagem por filtros de malha 0,5-1mm e depois desengorduradas.

A tabela abaixo indica as características dos diferentes tipos de equipamento usado em matadouros de aves, reses e suínos, para a separação de sólidos grosseiros.

Grades				Tamisadores	
Unidade	**Abertura entre grades (mm)**	**Grade grossa**	**Grade fina**	**Unidade**	**Abertura de malha (mm)**
Matadouros de Aves				Matadouros de Aves	
2	-	sim	-	18	tamisador rotativo
6 - 1º crivo	-	sim	-	20	>=1
6 - 2º crivo	1	-	sim	-	-
17- crivo estático	>=1	-	-	-	-
17	<= 1	-	-	-	-
19	0,5	-	-	-	-
41	-	-	-	41	1 (malha fina)
Matadouros de Reses				Matadouros de Reses	
10	1	-	-	-	-
22 - Grade mecânica	20	-	-	22 -	Peneira vibrante
46 - Grade de limpeza mecânica	20	-	-	46 -	tamisador 2
42 - Grade manual	35	-	-	42 -	tamisador 1,5
42 - Grade mecânica	20	-	-	-	-
Matadouro de Suínos				Matadouro de Suínos	
16	1	-	-	-	-

TABELA 32: Representação dos parâmetros de dimensionamento de grades/tamisadores, para efluentes de matadouros de aves, suínos e ovinos/caprinos da região centro litoral de Portugal.

Da análise da Tabela 32 verifica-se que para efluentes provenientes de matadouros de aves a abertura da malha é normalmente inferior a 1mm e que do ponto de vista tecnológico o equipamento mais utilizado é o crivo rotativo ou o tamisador. Para o tratamento de efluentes provenientes de matadouros de reses a tecnologia mais difundida são as grades mecânicas com espaçamento entre barras de 20 a 35 mm.

6.2.1.2 Flutuação

Após a remoção dos sólidos de grandes dimensões o efluente é enviado para a unidade de flutuação. Nesta unidade será efectuada a separação das partículas em suspensão inferiores a 1 mm e da gordura com a ajuda de bolhas de ar. A tabela seguinte faz a caracterização dos tanques desengorduradores/flutuadores utilizados nas unidades industriais de abate de aves e de reses em estudo.

Unidade	Qmd (m3/dia)	Profundidade útil (m)	Volume (m3)	TRH (min)	Área superficial (m2)
Matadouros de Aves					
4	24	2,5	3	7,5	S>0,6=1
5	24	2,5	3	7,5	S>0,6=1
18	-	-	-	-	-
20	180	3,0	11	4	4,5
21	36	2,5	3	5	S>0,6=1
28	100	2,5	10	6	S>1=4
41	500	-	11	1,5	4,5
Matadouro de Reses					
22	200	2,5	30	9	20,46

TABELA 33: Representação dos parâmetros de dimensionamento de unidades de flutuação pertencentes ao sistema de tratamento das águas residuais por lamas activadas, para efluentes de matadouros de aves e reses da região do centro litoral de Portugal.

Da análise da Tabela 33 verifica-se que as características das unidades de flutuação são semelhantes em termos de TRH, reflectindo o facto de serem unidades compactas, e com fornecimento por empresas da especialidade, não estando sujeitas ao dimensionamento baseado em critérios teóricos ou empíricos.

6.2.1.3 Tanque de Homogeneização

Tal como anteriormente referido o tanque de homogeneização deve existir sempre que as características de afluência das águas residuais à ETAR apresentem irregularidade em caudal e características físico-químicas. No caso de efluentes de matadouros, o número de animais abatidos durante os dias de semana é bastante variável, pelo que o caudal é bastante irregular, havendo dias (fim de semana) em que é praticamente nulo. Por outro

lado o modo de funcionamento diário dos matadouros também influencia o caudal de efluente, dado que estas unidades apresentam horário de funcionamento diurno.

A Tabela 34 apresenta as principais características dos tanques de homogeneização, nomeadamente o TRH e a potência de agitação necessária para manter o líquido em condições de mistura perfeita.

Unidade	Qmd (m^3/dia)	Profundidade útil (m)	Volume (m^3)	TRH (horas)	Potência de agitação (w/m^3)
Matadouros de Aves					
2	480	-	-	2	-
4	24	3	36	36	15
5	24	3	36	36	15
19	200	2,5	370,6	44	-
20	180	3	196	26	15
21	36	3	36	24	-
28	100	3,6	100	24	15
41	500	-	270	48	4
Matadouros de Reses					
22	200	2,7	50	6	-
22	200	2,6	300	36	-
42	176	3,5	126	15	-

TABELA 34: Representação dos parâmetros de dimensionamento de tanques de homogeneização pertencentes ao sistema de tratamento das águas residuais por lamas activadas, para efluentes de matadouros de aves e reses da região do centro litoral de Portugal.

Da análise desta tabela pode verificar-se que as diferentes unidades apresentam tanques de homogeneização com TRH maioritariamente superiores a 24 horas, e providos de sistemas de agitação com potência de 15 w/m^3. Estes valores podem ser considerados como adequados considerando que as ETAR já contemplam uma unidade de flutuação, e que se deseja que haja uma alimentação contínua ao sistema de tratamento por lamas activadas.

6.2.2 Tratamento Secundário

6.2.2.1 Tanques de Arejamento

Os tanques de arejamento, também denominados por tanques de lamas activadas, são caracterizados por consistirem numa suspensão de efluente líquido e microrganismos (normalmente expressos como sólidos suspensos voláteis), e onde se dá uma reacção microbiológica.

A Tabela 35 apresenta os principais parâmetros de dimensionamento e de operação deste tipo de unidades, nomeadamente o TRH, a concentração em sólidos suspensos voláteis no interior do tanque, a carga orgânica por unidade de volume de reactor e a carga orgânica por unidade de massa de biomassa expressa como sólidos suspensos voláteis.

Da análise desta tabela pode verificar-se que o tipo de sistema mais usado é o sistema de lamas activadas em baixa carga, também denominado por sistema de arejamento prolongado. Relativamente ao TRH constata-se que os sistemas das unidades analisadas apresentam dimensionamentos que podem ser considerados situar-se em três gamas de valores (10 a 20 horas, 40 a 70 horas e 100 a 150 horas), com especial incidência neste último grupo. Da comparação destes valores com os valores constantes da Tabela 24, verifica-se a existência de um número significativo de casos em que o TRH é superior a 36 horas, embora este facto não assume grande relevância dado o tanque de arejamento não ser um órgão hidráulico. Com efeito, o TRH não é considerado parâmetro de dimensionamento para sistemas de lamas activadas, dado o carácter eminentemente reaccional deste tipo de órgão.

Quanto à carga orgânica volúmica, constata-se que a maioria dos valores se situa na gama entre 200 e 350 $gCBO_5/m^3$.dia, valores que se situam dentro da gama aconselhada para o dimensionamento de sistemas de lamas activadas de baixa carga ou arejamento prolongado (Tabela 24). Relativamente à carga orgânica mássica, também designada por razão F/M ou A/M, os valores encontrados oscilam entre 0,06 e 0,6 $gCBO_5$/gSSV.dia, havendo duas gamas de valores bem definidas: uma gama com valores entre 0,06 e 0,07 $gCBO_5$/gSSV.dia e outra gama entre 0,12 e 0,6 $gCBO_5$/gSSV.dia.

Unidade	Tipo de tratamento biológico	Qmd (m3/dia)	TRH (horas)	CBO5 entrada (mg/l)	Volume (tanque) (m3)	SSV (mg/l)	Carga Orgânica volúmica (g CBO5/ m3.d)	Carga Orgânica mássica (g CBO_5/g SSV. dia)
MATADOUROS DE AVES								
2	Vala de oxidação	300	10	-	-	4000-5000	-	-
4	Lamas activadas em baixa carga	24	100	1042	100	4000	250	0,06
5	Lamas activadas em baixa carga	24	100	1042	100	4000	250	0,06
6	Lamas activadas	400	156	-	-	-	-	-
17	Lamas activadas em baixa carga	200	17	980	1093	3000	173	0,06
18	Lamas activadas em baixa carga	10	-	1200	-	-	-	-
19	Lamas activadas em baixa carga	200	62,4	716,5	360	3200	398	0,12
20	Lamas activadas +lagoa maturação	180	40	600	300	1000	360	0,36
21	Lamas activadas em baixa carga	36	100	700	100	4000	252	0,06
28	Lamas activadas em baixa carga	100	64	800	270	4000	296	0,07
41	Lamas activadas	500	60	1640	688	1200	1192	0,6
MATADOUROS DE RESES								
22	Trat. Biol de oxidação por jacto forçado	200	-	-	-	-	-	-
42	Lamas activadas em baixa carga	176	141,6	1500	930	1200	284	0,24
46	Lamas activadas em baixa carga	92	122	1800	470	1500	352	0,24
MATADOURO DE SUÍNOS								
16	Vala de oxidação	130	17,52	600	130	5000	600	0,12

TABELA 35: Representação dos parâmetros de dimensionamento dos tanques de arejamento, pertencentes ao sistema de tratamento das águas residuais por lamas activadas, para efluentes de matadouros de aves, suínos e reses da região centro litoral de Portugal.

6.2.2.2 Decantador Secundário

Para os matadouros de aves, a nível do tempo de retenção hidráulica os valores registados oscilam entre 1,5 e as 7 horas, a carga hidráulica apresenta valores compreendidos entre 15 e 17 m^3/m^2/dia para caudais de 400 e 500 m^3/dia, respectivamente. No caso dos matadouros de reses, suínos e coelhos, a inexistência de uma amostra suficiente impossibilita-nos retirar quaisquer considerações relativamente à carga hidráulica.

Unidade	Qmd (m3/dia)	TRH (horas)	Área superficial m2	Carga hidráulica superficial (m3/m2/d)
MATADOUROS DE AVES				
2	480	-	-	-
4	24	7	28	0,8
5	24	7	28	0,8
6	400	1,5 h	26,6	15
17	200	-	-	-
18	10	-	-	-
19	200	-	25	8
20	180	1,5	10,2	17,6
21	36	-	8	4,5
28	100	1,5	13	6,6
41	500	5	30	16,6
MATADOUROS DE RESES				
10	-	-	-	-
22	200	1,3	15	13,3
42	176	10,2	36	4,9
46	92	4	19,6	4,7
MATADOURO DE SUÍNOS				
16	130	4	5,9	22

TABELA 36: Representação dos parâmetros de dimensionamento de decantadores secundários, pertencentes ao sistema de tratamento das águas residuais por lamas activadas, para efluentes de matadouros de aves, suínos e reses da região centro litoral de Portugal.

CAPÍTULO 7

PROPOSTA FINAL

Tendo por base a informação recolhida nos capítulos anteriores, os parâmetros de dimensionamento (e as principais gamas de valores a eles afectos) para os principais processos e tecnologias usadas para o tratamento de águas residuais as características específicas dos efluentes a tratar e a dimensão das instalações, irá proceder-se neste capítulo ao desenvolvimento de propostas para o dimensionamento de sistemas de tratamento para os diferentes tipos de matadouros.

A elaboração destas propostas terão em consideração as especificidades de Portugal no que respeita à selecção dos processos e tecnologias a usar pelo que em algumas situações são apresentadas soluções alternativas. Deste modo, as propostas a apresentar são as seguintes:

- MATADOUROS DE RESES – Sistemas de Lamas Activadas;
- MATADOUROS DE SUÍNOS – Sistemas de Lagunagem;
- MATADOURO DE AVES – Sistemas de Lamas Activadas e Sistemas de Lagunagem.

Como metodologia de apresentação e no sentido de evitar repetições desnecessárias após a apresentação exaustiva dos sistemas de Lamas Activadas e do sistema de Lagunagem para os casos dos matadouros de reses e de suínos, serão apenas referenciadas as alterações consideradas pertinentes para os sistemas de tratamento aplicados ao caso dos matadouros de aves, sendo evitadas repetições desnecessárias.

7.1 ETAR PARA MATADOUROS DE RESES

Considerando que existe uma boa separação de sangue, as principais características do efluente a tratar são, de acordo com o apresentado em 4.2.1 , as seguintes:

- ✓ CBO_5 = 3000 mg/l
- ✓ CQO = 5000 mg/l
- ✓ SST = 3000 mg/l
- ✓ Óleos e gorduras = 3500 mg/l

Da avaliação efectuada aos matadouros de reses existentes na região estudada, é possível concluir que estas unidades industriais utilizam como unidades de tratamento para os efluentes industriais sistemas baseados no princípio de funcionamento dos sistemas de lamas activadas. Assim, a proposta que a seguir se apresenta é baseada neste tipo de unidades.

7.1.1 Sistemas de tratamento por Lamas Activadas

Dada a tipologia deste efluente, e o modo de funcionamento das unidades de abate, a ETAR deve ser constituída pelos seguintes órgãos:

- OBRA DE ENTRADA
- UNIDADE DE FLUTUAÇÃO (tipo DAF)
- TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO
- SISTEMA DE LAMAS ACTIVADAS

7.1.1.1 Obra de Entrada

A obra de entrada a instalar na ETAR deverá ser constituída por: gradagem ou tamisador; remoção de areia e medição de caudal.

GRADAGEM/TAMISADOR

Conforme descrito anteriormente os matadouros de reses são caracterizados por terem instalações de acolhimento e repouso para os animais denominadas por abegoarias.

Apesar da remoção da fracção sólida (fezes, palha) as águas de lavagem destas instalações podem conter sólidos de grandes dimensões. De igual modo e tendo por objectivo a protecção dos órgãos hidráulicos da ETAR deve também estar prevista a separação de sólidos de grandes dimensões provenientes quer da evisceração quer do

fraccionamento/preparação das carcaças. Deste modo deve ser previsto um conjunto em série de grades grossas e finas de limpeza automática com espaçamentos máximos de 5 e 1 mm, respectivamente.

Caso se opte pela instalação de um tamisador este deve ser do tipo rotativo com malhas idênticas aos espaçamentos anteriormente referidos. Em matadouros de grandes dimensões poderão ser usadas mesas vibratórias, desde que as aberturas sejam do mesmo tamanho.

Dado o tipo de instalação e o modo de funcionamento dos matadouros (o abate não é uniformemente distribuído durante a semana e o horário efectivo de funcionamento é normalmente entre as 6 e as 17 horas, nos dias de maior abate), é aconselhada a utilização de sistemas de remoção de sólidos que simultaneamente promovam algum grau de compactação, possibilitando o reencaminhamento da fase líquida para o sistema de tratamento.

A obra de entrada deve também ser constituída por um sistema de remoção de areias pelo que se propõe a instalação de um desarenador tipo *Vortex* dimensionado para um tempo de retenção hidráulico (para o caudal médio) de 30 segundos e constituído por 2 câmaras.

No que respeita ao medidor de caudal poderá ser usado um medidor tipo *Parshall* instalado em canal aberto, sendo de evitar medidores/descarregadores dado que ao reterem líquido no canal promovem o aparecimento de maus cheiros e deste modo a obra de entrada encontra-se completa.

7.1.1.2 Unidade de Flutuação (Tipo DAF)

A unidade de flutuação deverá ser do tipo DAF (Dissolved Air Flotation) provido de um sistema de injecção de reagentes químicos (agentes de precipitação, coagulação e floculantes) que possibilite uma remoção de matéria orgânica por precipitação.

Este sistema de precipitação química só deverá ser utilizado em situações de descarga ocasional de matéria orgânica (por exemplo derrames acidentais de sangue) pelo que o dimensionamento dos órgãos subsequentes à unidade de flutuação deverão ser

dimensionados considerando uma remoção de matéria orgânica na unidade de flutuação da ordem dos 20-30%, considerando apenas o efeito da remoção da matéria orgânica associada aos sólidos em suspensão que são removidos. Nas situações em que o sistema de precipitação esteja a funcionar a percentagem de remoção em matéria orgânica é mais elevada podendo atingir 60 a 70%.

Dada a especificidade deste tipo de unidade, e considerando que as unidades comerciais estão abrangidas por legislação relacionada com patentes, não se apresentam parâmetros tipo de dimensionamento, dado estes variarem de fabricante para fabricante, de modelo para modelo, em situações de igual eficiência.

7.1.1.3 Tanque de Homogeneização

O tanque de homogeneização/equalização tem por objectivo principal permitir uma alimentação a caudal constante, 7 dias por semana, 24 horas por dia, aos órgãos da estação de tratamento subsequentes. Dado o modo de funcionamento dos matadouros, a capacidade do tanque de equalização (isto é, o volume útil) deverá ser determinada através de um balanço entre os volumes de entrada e os volumes de saída do efluente a tratar ao longo de um ciclo de produção. Nos matadouros, o ciclo de produção deverá ser entendido como semanal pelo que o cálculo do volume útil do tanque de equalização deverá contemplar as variações horárias e diárias da produção do efluentes. Na falta da existência de um histórico de registos de caudais à entrada das estações de tratamento considera-se para efeitos de dimensionamento que o tanque de equalização deverá ter um volume correspondente ao volume de efluente produzido durante o dia de maior capacidade de abate.

Considerando as características de degradação do efluente de matadouros e a sua possível contaminação com sangue, o tanque de equalização deverá estar provido de um sistema de arejamento que evite a entrada em anaerobiose do efluente a tratar, como medida de prevenção para a possibilidade do aparecimento de maus cheiros.

Tendo em atenção que o efluente à entrada do tanque de equalização já foi objecto na unidade de flutuação de uma separação dos sólidos em suspensão, não é necessário que

existam condições de mistura associadas ao fornecimento de ar, pelo que se recomenda uma velocidade de fornecimento de ar de 0,01 a 0,015 m^3 (NPT) por minuto e por m^3 do volume do tanque de equalização.

O fornecimento de ar pode ser efectuado através de arejadores mecânicos superficiais flutuantes ou sistemas de difusão de bolha de ar de tamanho médio ou grossa.

7.1.1.4 Sistema de Lamas Activadas

Assumindo de um modo conservador a remoção da matéria orgânica nos órgãos de tratamento que precede os sistemas de lamas activadas (cerca de 20 a 30% em termos de CBO_5), e por razões associadas à eficiência máxima que este sistema pode atingir, opta-se por dimensionar um sistema de lamas activadas constituído por duas unidades em série. Em reforço desta opção está a necessidade de o sistema de tratamento ter capacidade de absorção de picos de carga orgânica proveniente de descargas adicionais e/ou um abate de reses pontual superior ao número considerado nas bases de dimensionamento.

Assim, o sistema proposto consiste numa unidade de lamas activadas de alta carga em série com uma unidade de lamas activadas de arejamento prolongado. Esta opção não exclui a possível consideração de sistema de tratamento aeróbio de segunda geração, nomeadamente o sistema de reactores sequenciais (SBR), o sistema de reactor de leito misto (MBBR) ou o sistema de reactor de membranas (MBR). A pouca divulgação de aplicação destes novos processos/tecnologias em Portugal e em particular ao sector dos matadouros foi um factor decisivo para a opção tomada.

O sistema de lamas activadas de alta carga deve ser dimensionado de modo a possibilitar uma percentagem de remoção de matéria orgânica de 60 a 70% utilizando uma razão F/M entre 0,4 a 0,6 kg CBO_5/kg SSV.dia, uma concentração de sólidos suspensos dentro do reactor de 4 a 6 g/l expressos como SST e uma carga volúmica aplicada entre 1,2 e 1,6 kg CBO_5/m^3.dia.

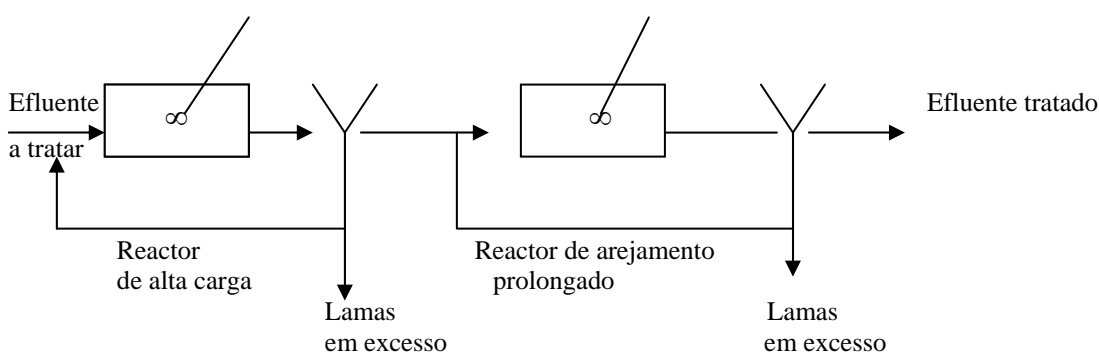
A segunda unidade de lamas activadas deve operar em regime de arejamento prolongado pelo que a razão F/M aplicada ao reactor deverá ser da ordem 0,05 a 0,1 kg CBO_5/kg

SSV.dia, a biomassa no interior do reactor na ordem dos 3 a 4 g/l expressa como SST e a carga orgânica aplicada da ordem dos 0,2 a 0,3 kg CBO_5/kg SSV.dia.

Associado a cada uma das unidades das lamas activadas deverá ser considerado uma unidade de sedimentação que possibilite a recirculação da biomassa para os reactores de mistura completa. Apesar de tecnicamente ser possível a utilização de um único sedimentador localizado após o reactor de arejamento prolongado e com recirculação da biomassa para o reactor de alta carga, por razões processuais de operação e controlo da sedimentabilidade do floco biológico à saída do sistema de lamas activadas opta-se pela instalação de uma unidade de sedimentação após cada reactor.

Do ponto de vista do dimensionamento, o sedimentador associado ao reactor de alta carga não necessita de produzir um efluente clarificado com exigências de qualidade em termos de sólidos suspensos pelo que poderá ser dimensionado para uma carga hidráulica superficial de 1,0 a 1,25 m^3/m^2.dia.

A segunda unidade de sedimentação considerando as necessidades de qualidade para o efluente tratado em termos de SST (60 mg/l), deverá ser dimensionado para uma carga superficial 0,3 a 0,4 m^3/m^2.dia.

Assim, do ponto de vista esquemático, o sistema de lamas activadas terá a seguinte constituição.

O fornecimento de ar aos microorganismos presentes nos reactores que compõem o sistema de lamas activadas poderá ser efectuado por sistemas mecânicos de arejamento

superficial e/ou submersos de eixo horizontal ou vertical ou sistemas de difusores por micro bolhas, através de meios porosos ou por injecção de ar através de impulsores.

7.2 ETAR PARA MATADOUROS DE SUÍNOS

De acordo com a análise efectuada aos matadouros de suínos localizados na região centro de Portugal pode considerar-se que o dimensionamento do sistema de tratamento deve ser efectuado para um caudal de 6 l/kg de carcaça abatida, pelo que a capacidade de abate instalada em cada unidade deve ser considerada como base para o dimensionamento. Deste modo, e de acordo com o apresentado em 4.2.2 as características típicas do efluente bruto a tratar, admitindo que há uma boa separação de sangue, serão as seguintes:

- ✓ CBO_5 = 1800 mg/l
- ✓ CQO = 3000 mg/l
- ✓ SST = 1500 mg/l
- ✓ Óleos e gorduras = 500 mg/l

Da pesquisa efectuada na região centro litoral de Portugal verifica-se que a quase totalidade dos matadouros de suínos possuem estações de tratamento por sistema de lagunagem, pelo que será este o sistema adoptado como proposta para o sector.

7.2.1 Sistema de tratamento por Lagunagem

O sistema de tratamento por lagunagem proposto deverá ser constituído por:

- Lagoa anaeróbia;
- Lagoa de estabilização/facultativa;
- Lagoas de maturação em série.

7.2.1.1 Lagoa Anaeróbia

Considerando clima temperado, a lagoa anaeróbia segundo o critério de Mara deve ser dimensionado para um tempo de retenção hidráulico de 5 dias e uma altura útil de 4 metros. Esta lagoa deve ter uma profundidade adicional que terá por finalidade efectuar a digestão e estabilização dos sólidos sedimentados. Com efeito, a lagoa anaeróbia funciona também como unidade de sedimentação pelo que a percentagem de remoção mínima em

termos de CBO_5 deverá ser equivalente à percentagem de remoção normalmente adoptada para os decantadores primários e que em termos de efluentes domésticos é da ordem dos 30%. Pelo exposto pode pois assumir-se uma eficiência para a lagoa anaeróbia de 50% em termos de CBO_5.

Dada a existência de gorduras no efluente há a tendência da formação de uma crosta superficial que é benéfica para o funcionamento da lagoa dado que minimiza a transferência de O_2 dando lugar a condições estritamente anaeróbias, para além de contribuir para uma maior estabilidade da temperatura no interior da lagoa.

7.2.1.2 Lagoa de Estabilização/facultativa

O dimensionamento da lagoa facultativa pode ser efectuado por vários critérios sendo os mais utilizados os critérios de MARAIS, MARA e METCALF & EDDY. Os critérios de Marais e Mara baseiam-se no assumir que a lagoa tem um comportamento hidráulico de um reactor de mista perfeita (CSDR) e que assumindo como equação de dimensionamento a seguinte:

$$S/S0 = 1/(1+K\tau)$$

Considerando que uma lagoa de maturação exige que, para poder funcionar como sistema de nitrificação, o CBO_5 de entrada deve ser inferior a 70 mg/l, a eficiência da lagoa facultativa deve ser da ordem dos 92% em termos de CBO_5, valor que está dentro da gama de conversão de CBO_5 apresentada por Metcalf e Eddy.

No dimensionamento da lagoa facultativa, pelo critério de Marais e Mara a influência da temperatura está contabilizada no parâmetro K que assume diferentes expressões consoante o critério utilizado. A temperatura a considerar no dimensionamento deve ser a temperatura de Inverno dado ser aquela que conduz a condições mais conservadoras no dimensionamento da lagoa. Considerando o caudal do efluente a tratar, da resolução da equação acima apresentada resulta o cálculo do volume total da lagoa.

A área superficial da lagoa é calculada considerando as seguintes condições:

- Uma profundidade típica de 1 a 1,5 metros;
- Uma inclinação para as paredes (taludes) da lagoa que depende do tipo de solo (entre 30 e 60%, sendo que uma inclinação de 45º é muitas vezes utilizada para solos de textura normal).

A área superficial da lagoa (calculada a meia altura) deve ser verificada de modo a que a carga orgânica superficial máxima aplicada não exceda o valor obtido pela seguinte equação:

$$\lambda_{s = 20\,T - 120,}\ \text{(kg CBO}_5\text{/ha.dia), T em ºC}$$

METCALF & EDDY referem que a carga orgânica superficial aplicada deve estar compreendida entre 55 e 200 kg CBO_5/ha.dia.

Caso seja útil, devido às necessidades de cumprir com o estabelecido para a carga orgânica superficial aplicada poderá ser necessário utilizar lagoas facultativas em paralelo. A título meramente informativo, pode referir-se que o tempo de retenção hidráulico da ordem dos 30 dias é normal no tratamento de efluentes deste tipo.

7.2.1.3 Lagoas de Maturação

Tal como foi referido anteriormente e seguindo a sugestão de Mara para efluentes domésticos uma ETAR por lagunagem deve ter no mínimo 3 lagoas de maturação em série cada uma delas com um tempo de retenção hidráulico de 7 dias. Considerando que uma das funções das lagoas de maturação é possibilitar uma diminuição do número de microrganismos patogénicos por efeito dos raios ultravioletas da radiação solar, a altura da lâmina líquida nestas lagoas deve estar compreendida entre 0,75 e 1 metro.

A cinética de decaimento dos microrganismos patogénicos segue uma lei de 1ª ordem devendo ser considerado um comportamento hidráulico das lagoas equivalente a um

reactor CSDR. A qualidade do efluente tratado, em termos de CBO_5, à saída da lagoa de maturação depende fortemente do controlo da formação de algas nestas lagoas. Com efeito a efectiva existência de compostos azotados, associados às condições de nitrificação que estas lagoas proporcionam determina a proliferação de algas sendo a causa efectiva do aumento do CBO_5 no efluente tratado.

7.3 ETAR PARA MATADOUROS DE AVES

Tendo por base a análise efectuada em 4.2.3, as principais características dos efluentes de matadouros de aves podem ser consideradas as abaixo apresentadas. No estabelecimento destes valores foi considerado que a unidade industrial possui um eficiente sistema de recolha e tratamento de sangue.

- ✓ CBO_5 = 1500 mg/l
- ✓ CQO = 2500 mg/l
- ✓ Óleos e gorduras = 2500 mg/l

Dadas as características do efluente a tratar (elevado teor em gordura), assim como o inventário efectuado para as unidades existentes nesta região, são propostos dois sistemas de tratamento: sistema de tratamento por lama activada e sistema de tratamento por lagunagem. Este último sistema é proposto tendo em consideração a existência de matadouros próximos de instalações de aviários de produção, estando a localização de muitas destas unidades situadas no interior da região e em zonas onde a área ocupada não representa uma restrição e o seu preço não é relevante.

7.3.1 Sistema de tratamento por Lamas Activadas

Tal como referido para o tratamento de efluentes de matadouros de reses, a ETAR deve ser constituída por:

- OBRA DE ENTRADA
- UNIDADE DE FLUTUAÇÃO (tipo DAF)
- TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO
- SISTEMA DE LAMAS ACTIVADAS

Face ao descrito para os matadouros de reses, as únicas alterações em termos de dimensionamento dos diferentes órgãos estão relacionados com a obra de entrada e o sistema de lamas activadas, pelo que só estes órgãos são objecto de análise específica. Com efeito, a tipologia de funcionamento deste tipo de matadouros é semelhante ao funcionamento dos matadouros de reses pelo que as considerações anteriormente efectuadas são válidas, e a constituição da ETAR apresenta-se com o mesmo tipo e sequência de órgãos.

7.3.1.1 Obra de Entrada

A obra de entrada é constituída por: tamisador rotativo, remoção de areias e medição de caudal. Face ao descrito no ponto 4.1.1.1 deve ser salientado que a principal função do tamisador rotativo é a remoção de penas e penugens que não tenham sido recolhidas nos equipamentos de processo, pelo que a abertura da malha deve ser inferior a 1mm. As penas e penugens separadas no processo de abate são considerados subprodutos e enviados para o fabrico de rações. Relativamente ao sistema de remoção de areias e à medição de caudal aplica-se o descrito para os matadouros de reses.

7.3.1.2 Unidade de Flutuação (Tipo DAF)

O sistema de precipitação química deverá ser utilizado sempre que o número de aves abatidas seja superior ao valor considerado para dimensionamento do tanque de lamas activadas (situações pontuais e específicas de abate planificado), ou em situações de avaria do sistema de separação e recolha de sangue. Assim o dimensionamento dos órgãos subsequentes à unidade de flutuação deverá ser efectuado considerando uma remoção de matéria orgânica nesta unidade de 20 a 30% (considerando apenas o efeito da remoção da matéria orgânica associada aos sólidos em suspensão que são removidos). Nas situações em que o sistema de precipitação esteja a funcionar a percentagem de remoção em matéria orgânica é mais elevada podendo atingir 60 a 70%.

7.3.1.3 Sistema de Lamas Activadas

Considerando que a unidade DAF apresenta uma remoção de 20 a 30% em termos de matéria orgânica, expressa como CBO_5, as características do efluente à entrada do sistema de lamas activadas são as seguintes:

- ✓ CBO_5 = 1200 a 1050 mg/l
- ✓ CQO = 2000 a 1750 mg/l

Considerando estas características para o efluente a tratar, verifica-se que o sistema de lamas activadas tem de apresentar uma eficiência superior a 97% para que o valor objectivo de 40 mg/l expresso como CBO_5 no efluente tratado possa ser atingido. Deste modo aconselha-se o uso de um sistema de lamas activadas operando em condições de arejamento prolongado, pelo que a razão F/M aplicada ao reactor deverá ser de 0,05 a 0,1 kg CBO_5/kg SSV. dia, a concentração de biomassa no interior do reactor expressa como sólidos suspensos de 3 a 4 g/l e a carga orgânica aplicada da ordem de 0,2 a 0,3 kgCBO_5/kgSSV.dia, considerando um escoamento hidráulico do tipo tubular. Deste modo pode igualmente ser considerada a utilização de uma vala de oxidação, devendo ser avaliada a sua selecção em função do caudal de efluente a tratar devido às restrições em altura que este tipo de unidade apresenta.

7.3.2 Sistema de tratamento por Lagunagem

O sistema de tratamento por lagunagem proposto para o tratamento de efluentes de matadouros de aves segue os mesmos princípios de dimensionamento anteriormente descritos para o tratamento de efluentes de matadouros de suínos, pelo que os mesmos não serão repetidos.

7.4 CONCLUSÕES

Da análise ao trabalho efectuado podem ser inferidas as seguintes conclusões:

- Os processos de licenciamento consultados na Direcção Regional da Agricultura e Pescas da Beira Litoral, assim como os processos referentes ao pedido de alvará para Utilização do Domínio Público Hídrico da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, não apresentavam uma uniformização de conteúdo e forma, pelo que a consulta revelou a necessidade da definição e existência de conteúdos mínimos, assim como a obrigatoriedade de os processos estarem abrangidos por formatos de apresentação uniformes.

- Decorrente da conclusão anterior foi igualmente constatada a falta de informação técnica no modo como os mesmos se encontravam presentes, nomeadamente no que respeita à indicação expressa dos critérios de dimensionamento usados no projecto, assim como da informação sobre as especificações dos equipamentos a instalar.
- Do ponto de vista de consumo de água, os projectos consultados apresentam em média consumos que estão de acordo com os valores de referência internacionais, independentemente das espécies em análise.
- Os consumos específicos de água são diferentes consoante a espécie abatida.
- Relativamente ao tipo de tecnologias e processos usados no tratamento de águas residuais provenientes de matadouros, verificou-se que o tipo de espécie abatida assim como a localização das unidades influencia a selecção.
- A utilização de unidades de remoção de gordura é generalizada, independentemente da espécie abatida ou processo de tratamento implementado.
- Os matadouros de reses utilizam maioritariamente o processo de lamas activadas, enquanto os matadouros de suínos utilizam o processo de lagunagem. No caso dos matadouros de aves, a localização é determinante na selecção do processo de tratamento.
- Relativamente aos parâmetros de dimensionamento dos diferentes órgãos de tratamento que constituem a ETAR, verifica-se que os projectos consultados apresentam uma larga gama de valores para cada um deles, havendo casos em que são indicados valores que contrariam o estado da arte.
- O Capítulo intitulado Proposta Final é uma proposta de uniformização de critérios de dimensionamento que visa minimizar as discrepâncias encontradas, e estabelecer um padrão que garanta condições de operacionalidade e exploração no domínio do tratamento de águas residuais provenientes de matadouros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARO, M.A. – *Digestão Anaeróbia: Aplicação a Efluentes Líquidos Diluídos*. Covilhã: Universidade da Beira Interior, 1990, p.2.
- CUNHA SERRA, P. – Saneamento básico – Que água beberemos? - Anuário 2000 Fórum Ambiente – *O Ambiente no novo milénio*. Porto: Caderno Verde – Comunicação, S.A., 2000, p. 34-35.
- EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE-GENERAL JOINT RESEARCH CENTRE (JRC) – *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries.* Spain. Technologies for Sustainable Development European IPPC Bureau, 2003, pp.1-377.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). Caracterização sumária da actividade agro-industrial. Portugal [on line]. <www.ine.pt/prodserv/quadros/periodo.asp?pub_cod=285>[Consulta: 19 Abril 2005].
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (INE). Grupo 151, Abate de Animais, Preparação e Conservação de carne e de produtos à base de carne. Portugal [on line]. <www.ine.pt/prodserv/quadros/093/014/002/pdf/agroind2.PDF> [Consulta: 19 Abril 2005].
- METCALF & EDDY, INC. – *Wastewater Engineering –Treatment, Disposal and Reuse.* 3^{rd} edition. McGraw-Hill, International Editions – Civil Engineering Series.1991, p.550, 645.
- METCALF & EDDY, INC. – *Wastewater Engineering –Treatment and Reuse.* International edition, 4^{th} edition. McGraw-Hill, International Editions – Civil Engineering Series.2003, p.315-407, 419-422.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (M.A.P.A.). Anuario de Estadística – Agroalimentaria – Ganaderia – Indicadores Económicos [on line]. <www.mapya.es/es/ganaderia/pags/simogan/simogan.htm> [Consulta: 26 Maio 2005].

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (M.A.P.A.). Anuario de Estadística – Agroalimentaria – Ganaderia – Indicadores Económicos [on line]. <www.mapya.es/app/SCH/documentos/indicadores_económicos_de_carne_de_aves.pdf-Microsoft Internet Explorer>[Consulta: 26 Maio 2005].
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (M.A.P.A.). Anuario de Estadística – Agroalimentaria – Ganaderia – Indicadores Económicos [on line]. <www.mapya.es/es/ganaderia/pags/hichoscifras/cifras.htm>[Consulta: 26 Maio 2005].
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (M.A.P.A.). Anuario de Estadística – Agroalimentaria – Ganaderia – Indicadores Económicos [on line]. <www.mapya.es/app/Equino/indicadores/Indicadores.aspx?Ing=es>[Consulta: 26 Maio 2005].
- NÚNCIO, T. – A filosofia do Utilizador-Pagador e a sua Aplicação em Portugal. Correia, A.; Carrasco, C. e Ferreira, M. (Projecto Tejo) – *Seminário Internacional: "Qualidade da Água – Avaliação e Gestão"*. Lisboa (Portugal): PGIRH/T – PNUD – UNESCO – OMS - Projecto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tejo, 1989, p. 57-59.
- RIBEIRO DE SOUSA, E. – Domínios de Aplicação, Aspectos sanitários e Ecológicos da Lagunagem. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa (IST) e Direcção-Geral do Saneamento Básico – Seminário 279 - Tratamento de Águas Residuais por Lagunagem, Lisboa: LNEC, 1981, p. 3-13.
- VIEIRA, P. – Água – Qualidade com custos. Anuário Fórum Ambiente 2002 – *5 desafios para um novo ambiente Portugal*. Porto: Caderno Verde – Comunicação, S.A, 2002, p.46-47.